

Themen:

- Herausforderungen an sichere und nachhaltige Rohstoffversorgung
- Rohstoffsituation Deutschland
- Rohstoffe für Zukunftstechnologien, Spezifische Rohstoffanalysen
- **Globale Situation, Rohstoffsituation China**
- EU Rohstoffpolitik
- Kreislaufwirtschaft
- Recyclingpotenziale
- ESG Standards

Verfügbarkeit und Zugang zu Rohstoffen: Faktoren der Versorgungssicherheit

- **Geologische Verfügbarkeit**
- **Technische Verfügbarkeit**, Bergbau-, Aufbereitungskapazitäten, Infrastruktur
- **Preisentwicklung**
- **Angebots- und Nachfrageentwicklung**
Substitutionsmöglichkeiten, Recycling
- **Marktmacht** durch Firmenkonzentration
- **Geostrategische Faktoren**
Länderkonzentration, Länderrisiko
Handelshemmnisse (Quoten, Zölle)
- **Umwelt-, Sozial- und Governance-Standards (ESG)**
Transparenz und Nachhaltigkeit

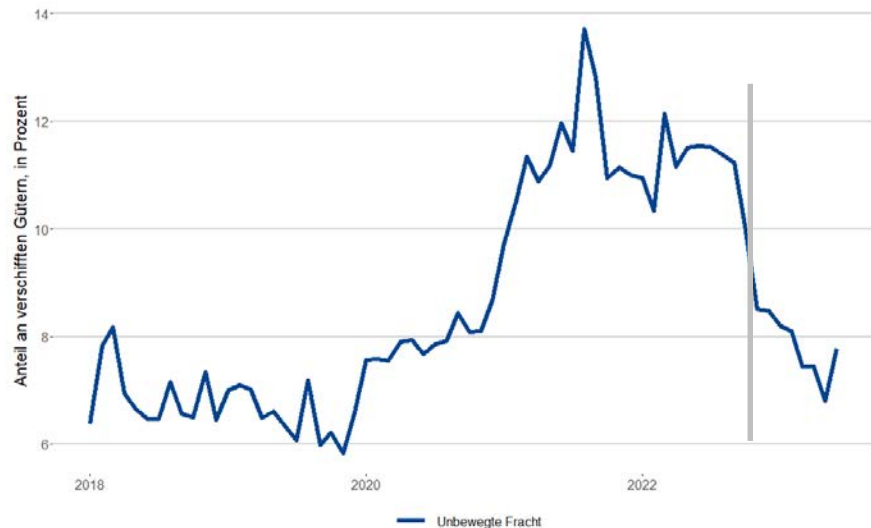


Lieferkettenprobleme – Entspannung bei globalen Logistikproblemen

Unbewegte Fracht weiter rückläufig

Gütermenge auf unbewegten Schiffen

Stand: 19.06.2023



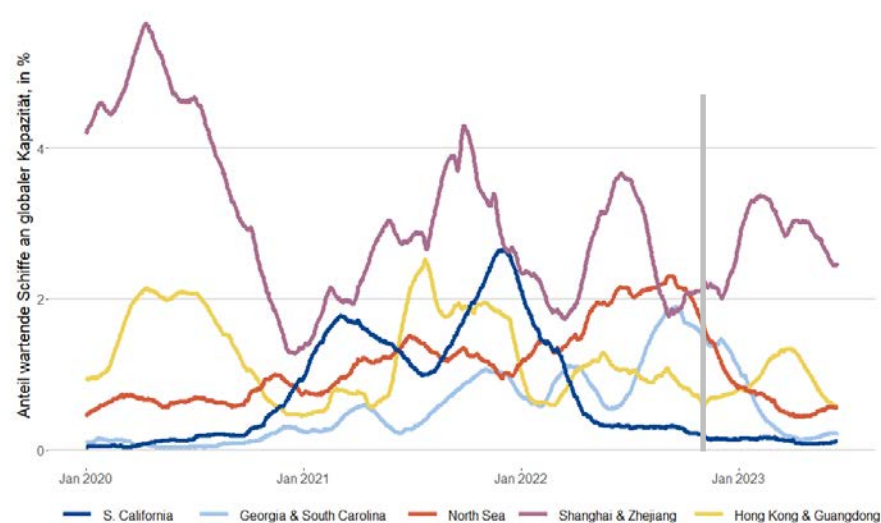
Quelle: Fleetmon, eigene Berechnungen.

Kiel Trade Indicator

Weitere Entspannung vor wichtigen Häfen

Staus vor wichtigen Containerhäfen

Stand: 19.06.2023

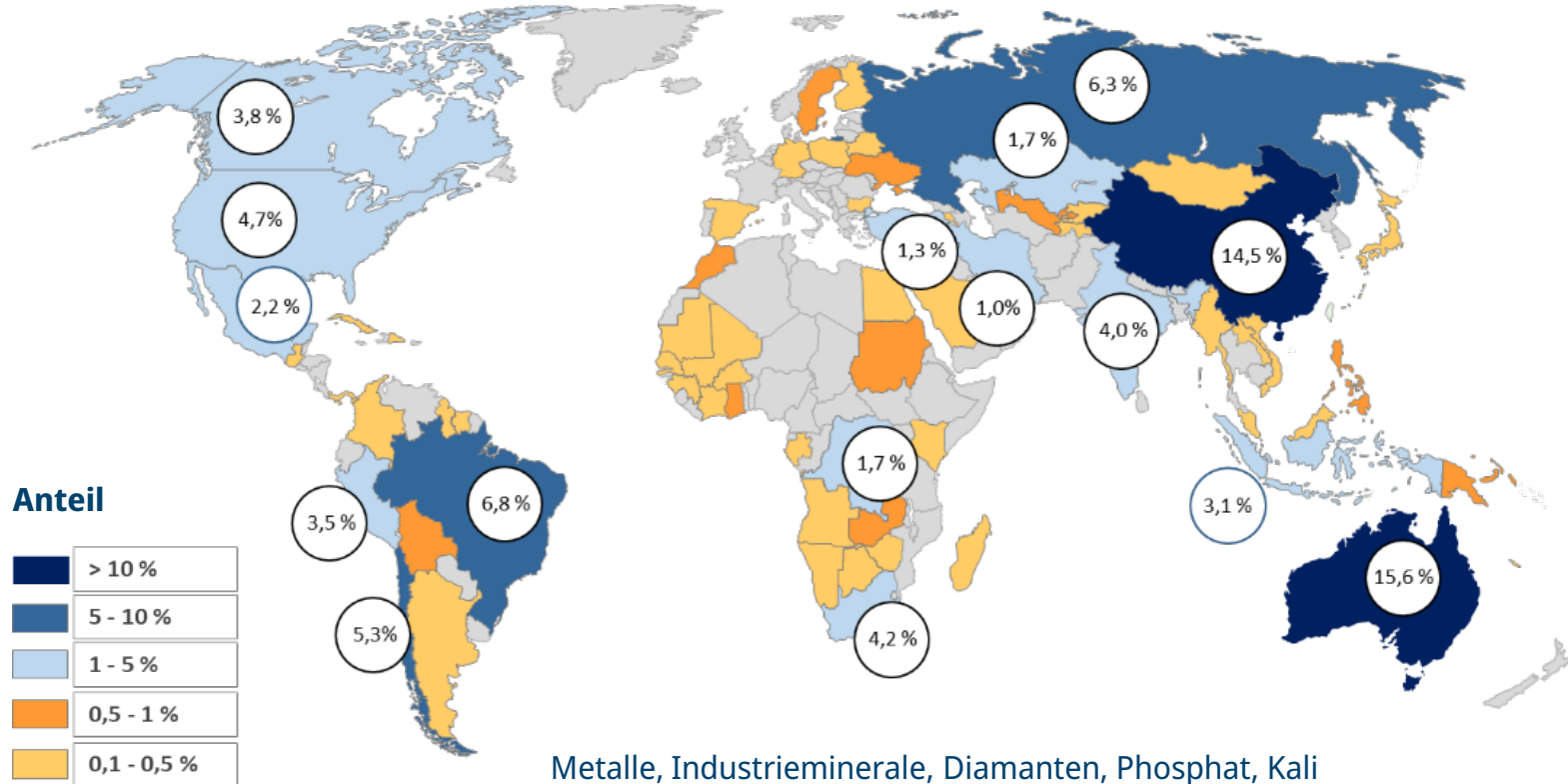


Quelle: Fleetmon, eigene Berechnungen. 60-Tage gleitender Durchschnitt

Kiel Trade Indicator

Verteilung der Bergbauproduktion

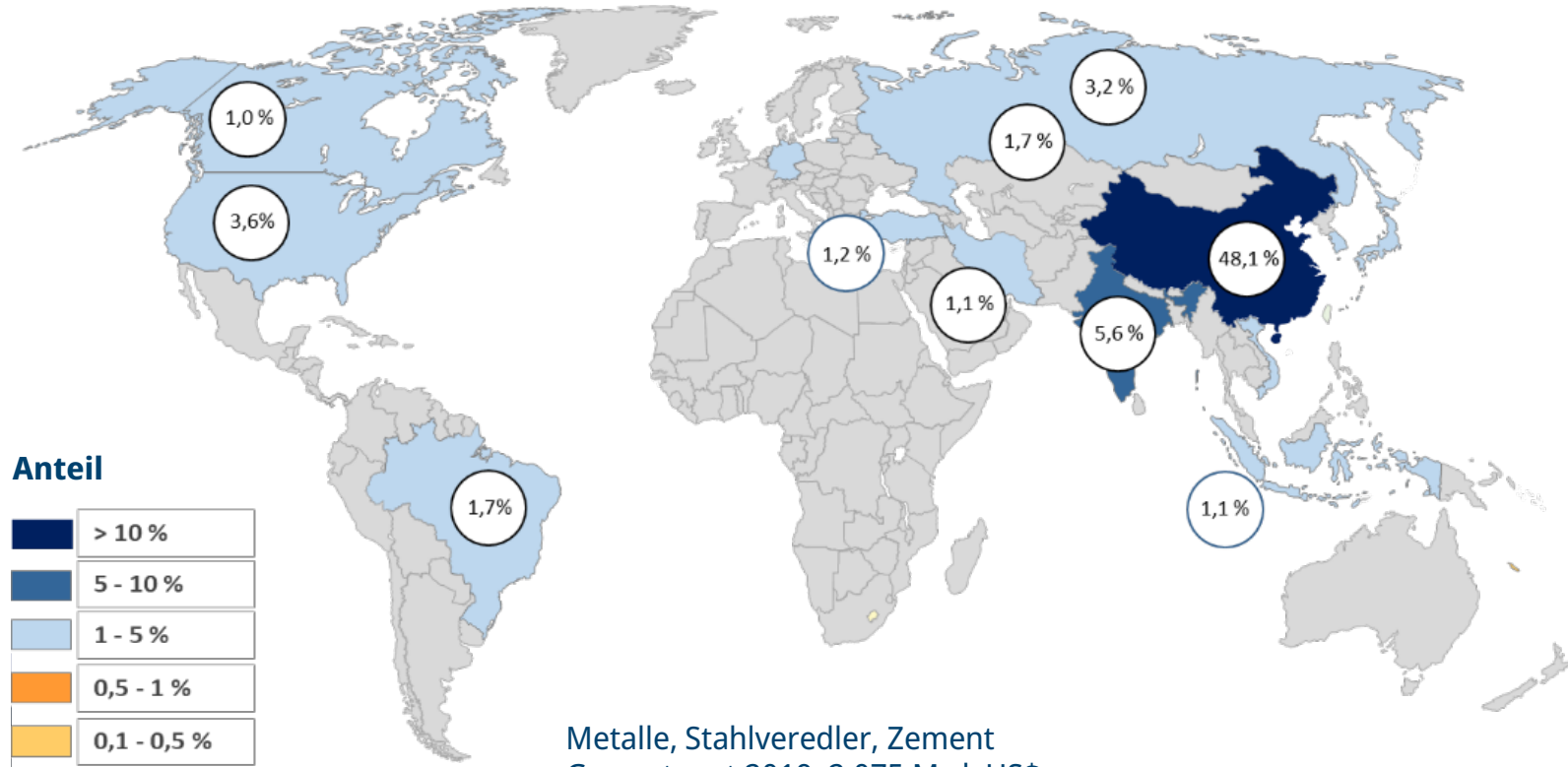
(in der Zeitreihe Basismetalle und Eisenerz [Ø Weltanteile])



Metalle, Industrieminerale, Diamanten, Phosphat, Kali
Gesamtwert 2019: 773 Mrd. US\$

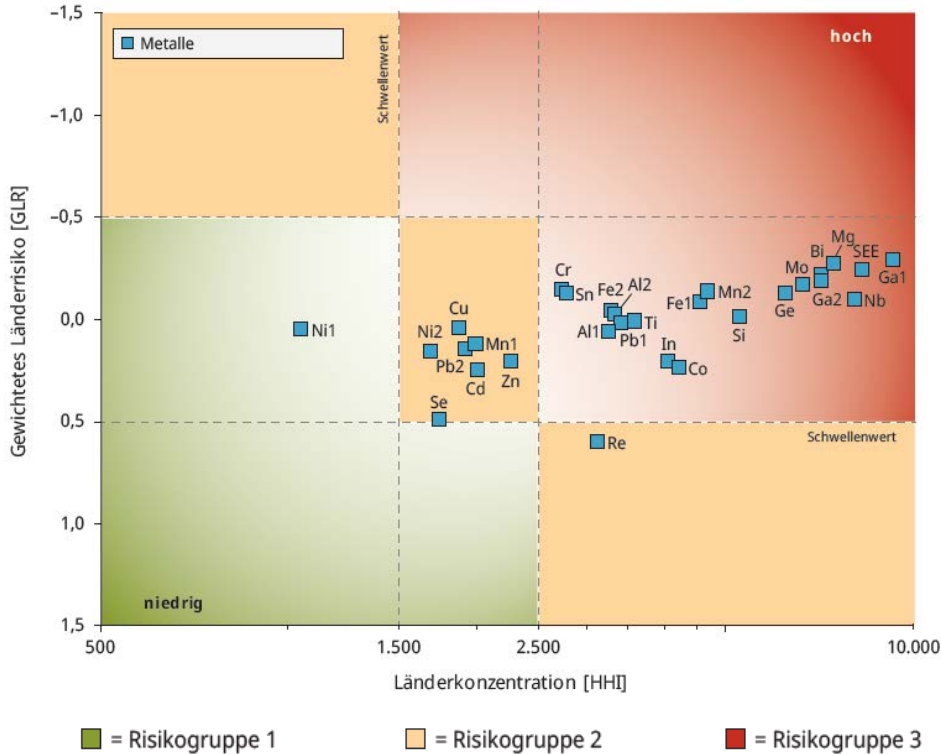
Verteilung der Raffinadeproduktion

von Basismetallen & Stahl [Ø Weltanteile]



Metalle, Stahlveredler, Zement
Gesamtwert 2019: 2.075 Mrd. US\$

Angebotskonzentration stellt Rohstoffbeschaffung vor Herausforderungen



- ▶ 20 der 29 Raffinadeprodukte (69 %) liegen in Risikogruppe 3
- ▶ Bei 26 der 29 Raffinadeprodukte (90 %) ist China größter Produzent

Beispiele für Hightech- bzw. Elektronik-Rohstoffe : Anteil Chinas 2020

Gallium (Ga): Halbleiter, Mikrochips

SEE: Permanentmagnete f. E-Motoren

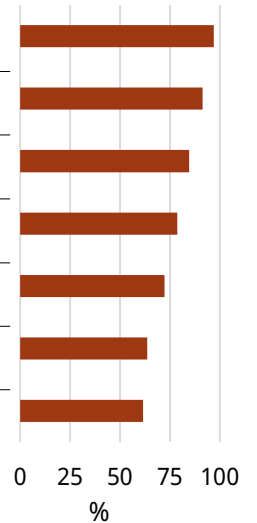
Wismut (Bi): Lote

Germanium (Ge): Halbleiter, Glasfaserkabel

Silizium (Si): Halbleiter, PV

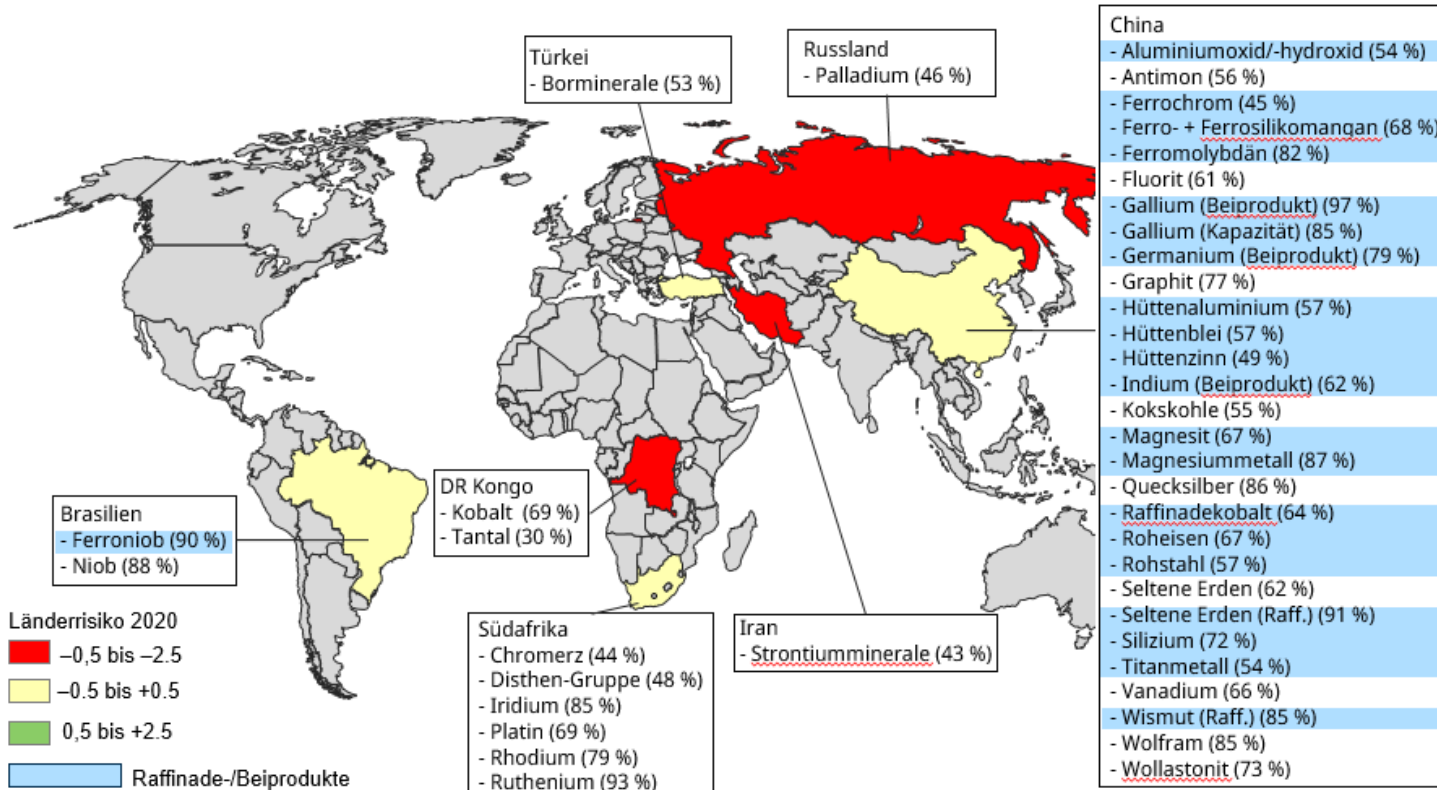
Kobalt (Co): Lithium-Ionen-Batterien

Indium (In): Indium-Zinn-Oxid (ITO): Displaytechnik



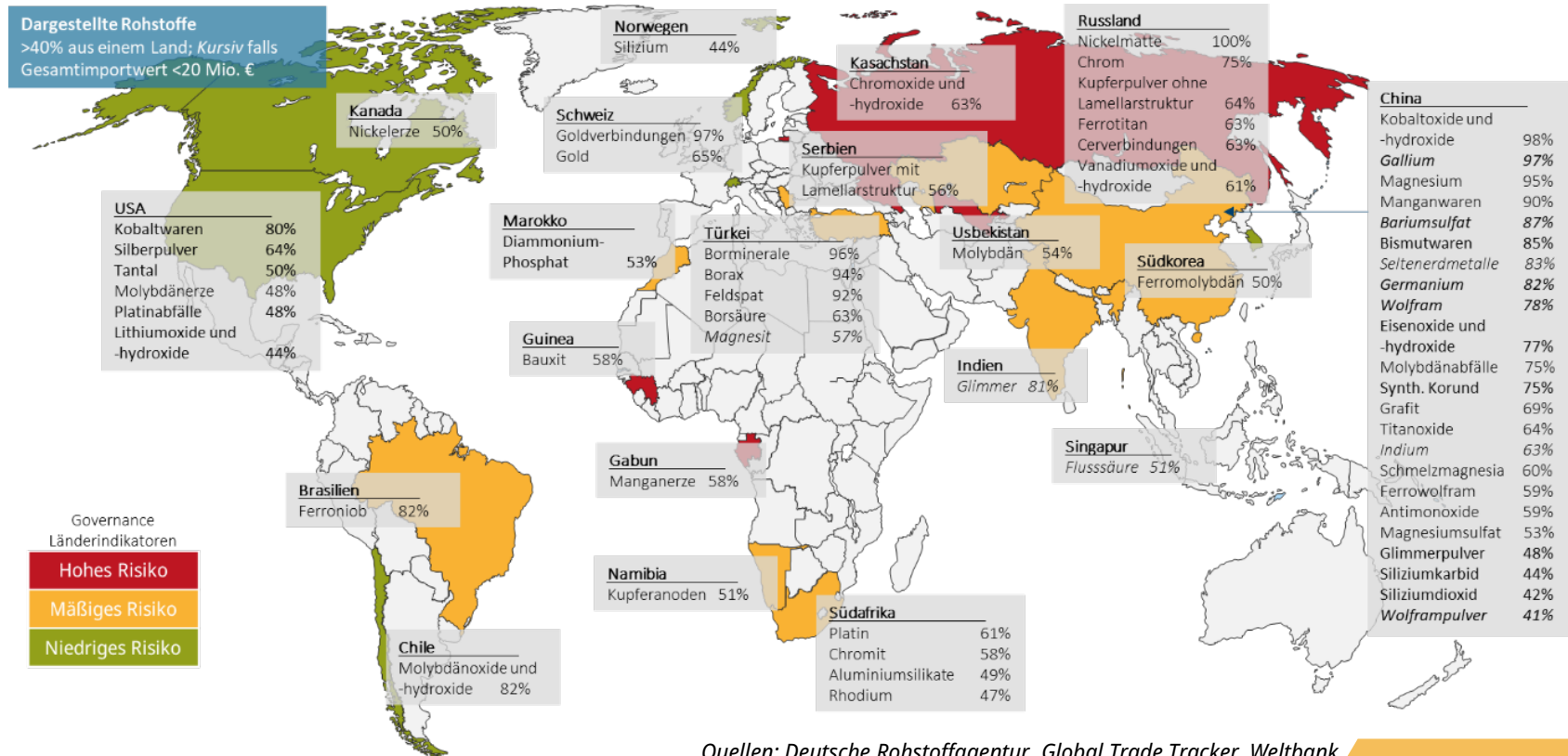
DERA-Rohstoffliste 2023:

Top 1 Produzenten von Rohstoffen der Risikogruppe 3



- Bei 10 der 22 Bergwerksprodukte der Risikogruppe 3 nimmt China den 1. Platz ein
- Bei 19 der 20 Raffinadeprodukte der Risikogruppe 3 nimmt China den 1. Platz ein
- Neben China gibt es weitere Konzentrationen auf jeweils wenige Bergbauländer

Größte Zulieferer der EU von potenziell kritischen Rohstoffen nach DERA-Rohstoffliste (2022)



Quellen: Deutsche Rohstoffagentur, Global Trade Tracker, Weltbank

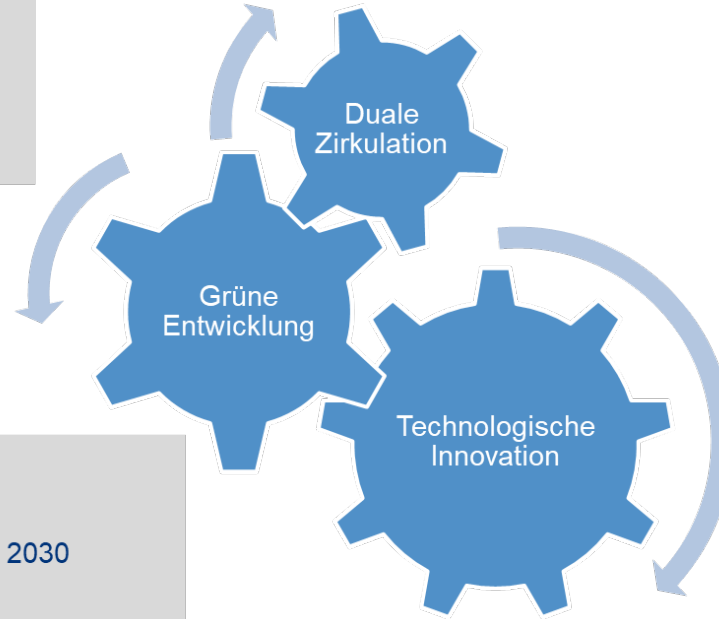
China: 14. Fünfjahresplan – Auswirkungen auf die globale Rohstoffversorgung

Duale Zirkulation

- Fokus auf inländische Nachfrage
- Einschränkung rohstoffintensiver Exporte
- Investition in ausländische Bergbauprojekte

Technologische Innovation

- Fokus auf hochwertige neue Materialien
- Fertigungsindustrie technisch aufrüsten
- Verstärkung Infrastrukturausgaben
- Modernisierung des Energiesystems
- Entwicklung von Elektrofahrzeugen
- ↓
- Hohe Nachfrage nach High-Tech- u. Spezialmetallen



Grüne Entwicklungen

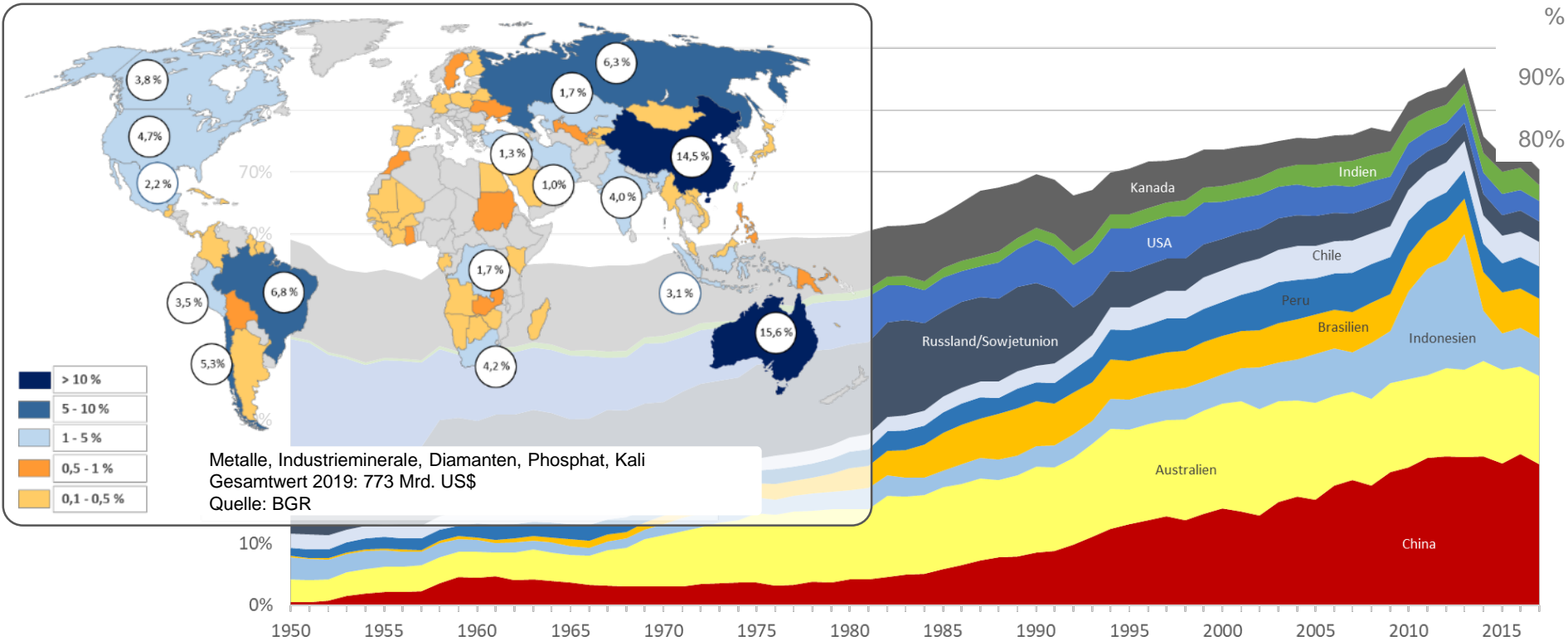
- Klimaneutral bis 2060
- Höherpunkt vom CO₂-Ausstoß vor 2030
- ↓
- Kapazitätskontrolle der energieintensiven Metallsektoren
- Verstärkung von Recycling

Verteilung der Bergbauproduktion

(in der Zeitreihe Basismetalle und Eisenerz [Ø Weltanteile])

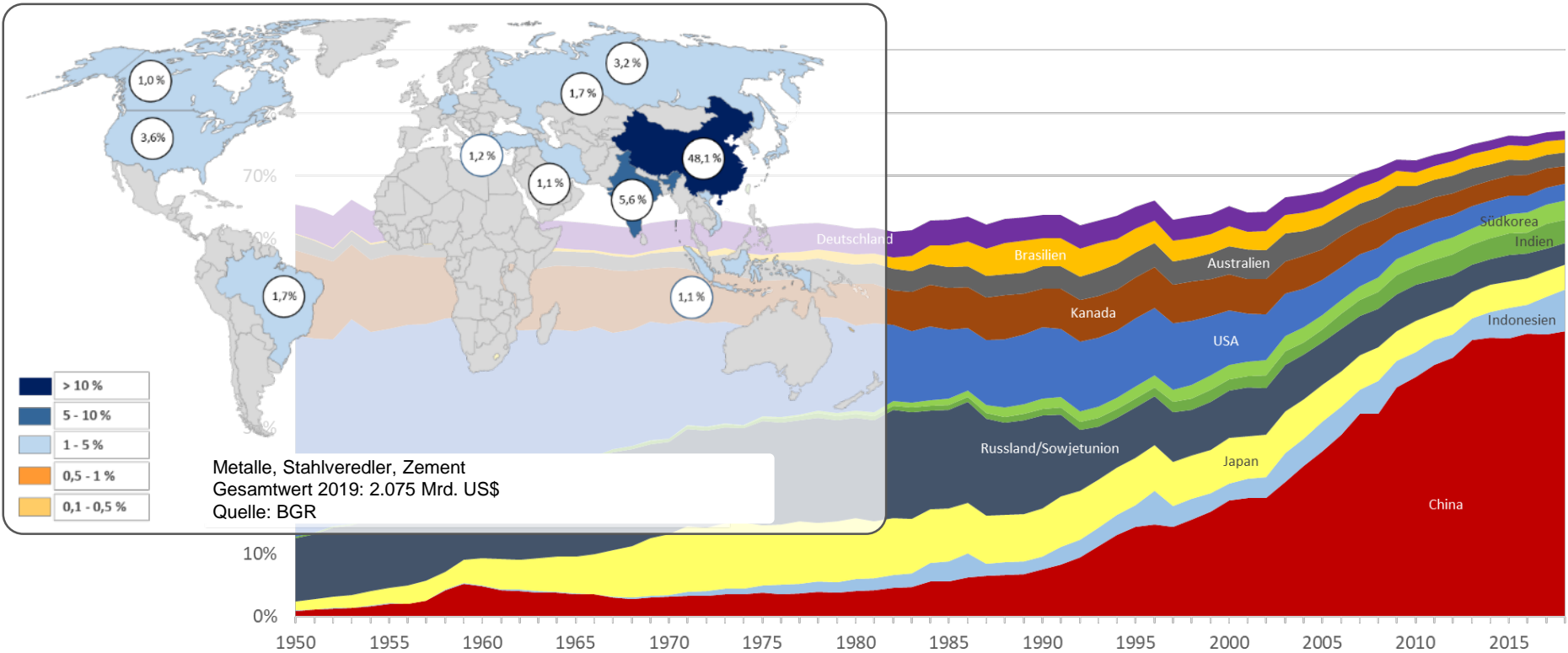
100%

100%
%

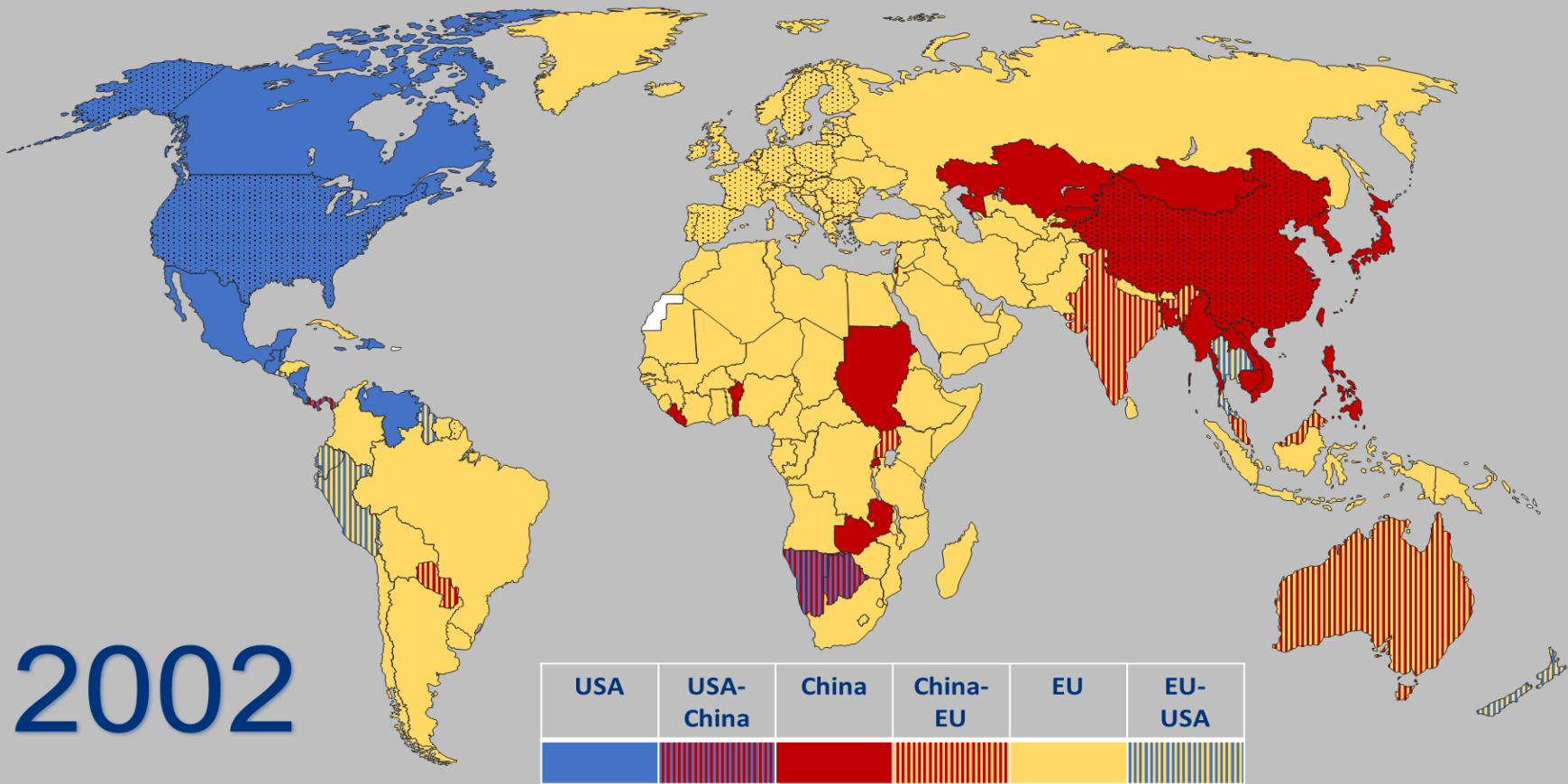


Verteilung der Raffinadeproduktion von Basismetallen & Stahl [Ø Weltanteile]

100%

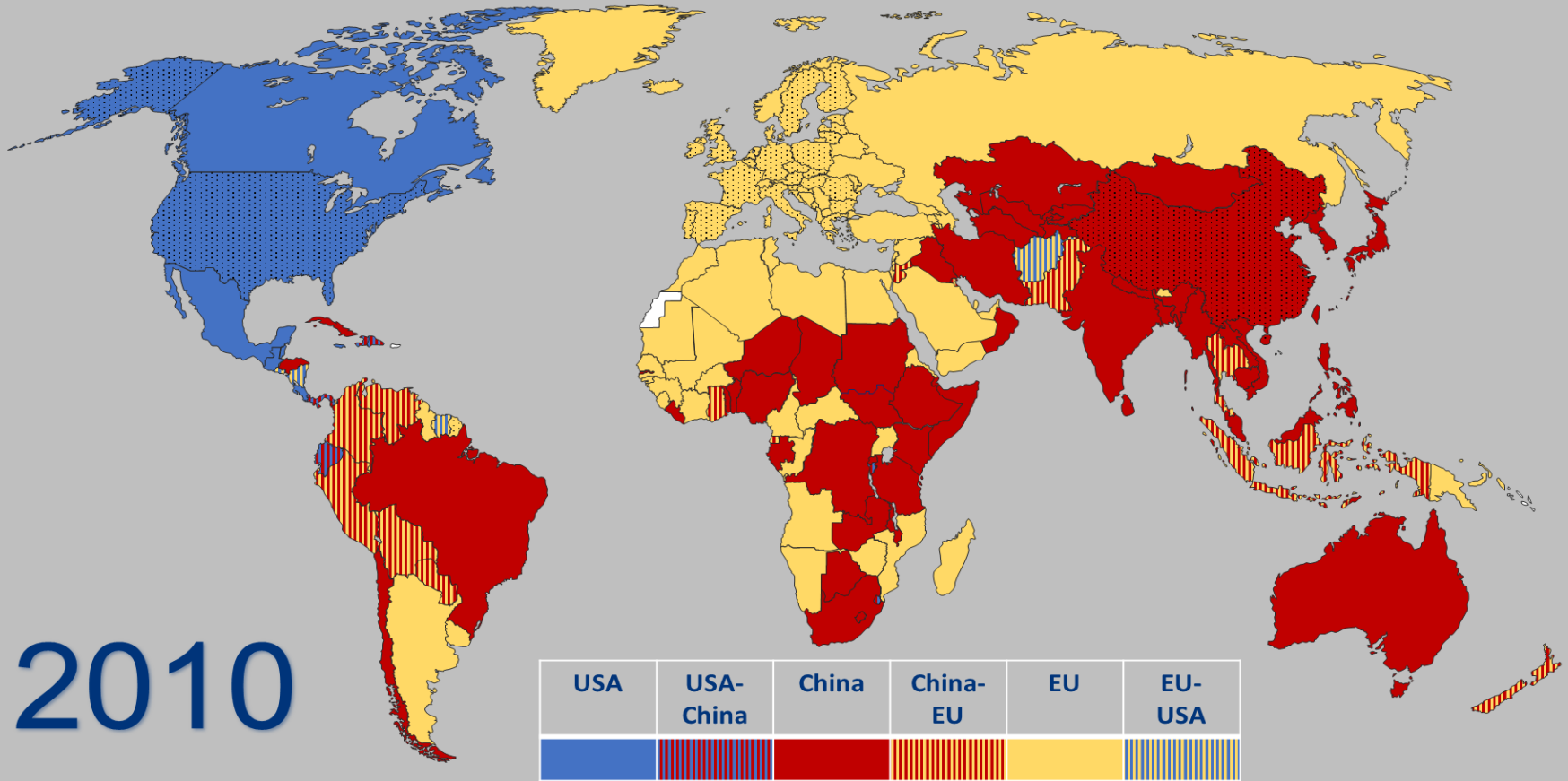


Relative Handelsdominanz bei metallischen Rohstoffen von China, der EU und den USA



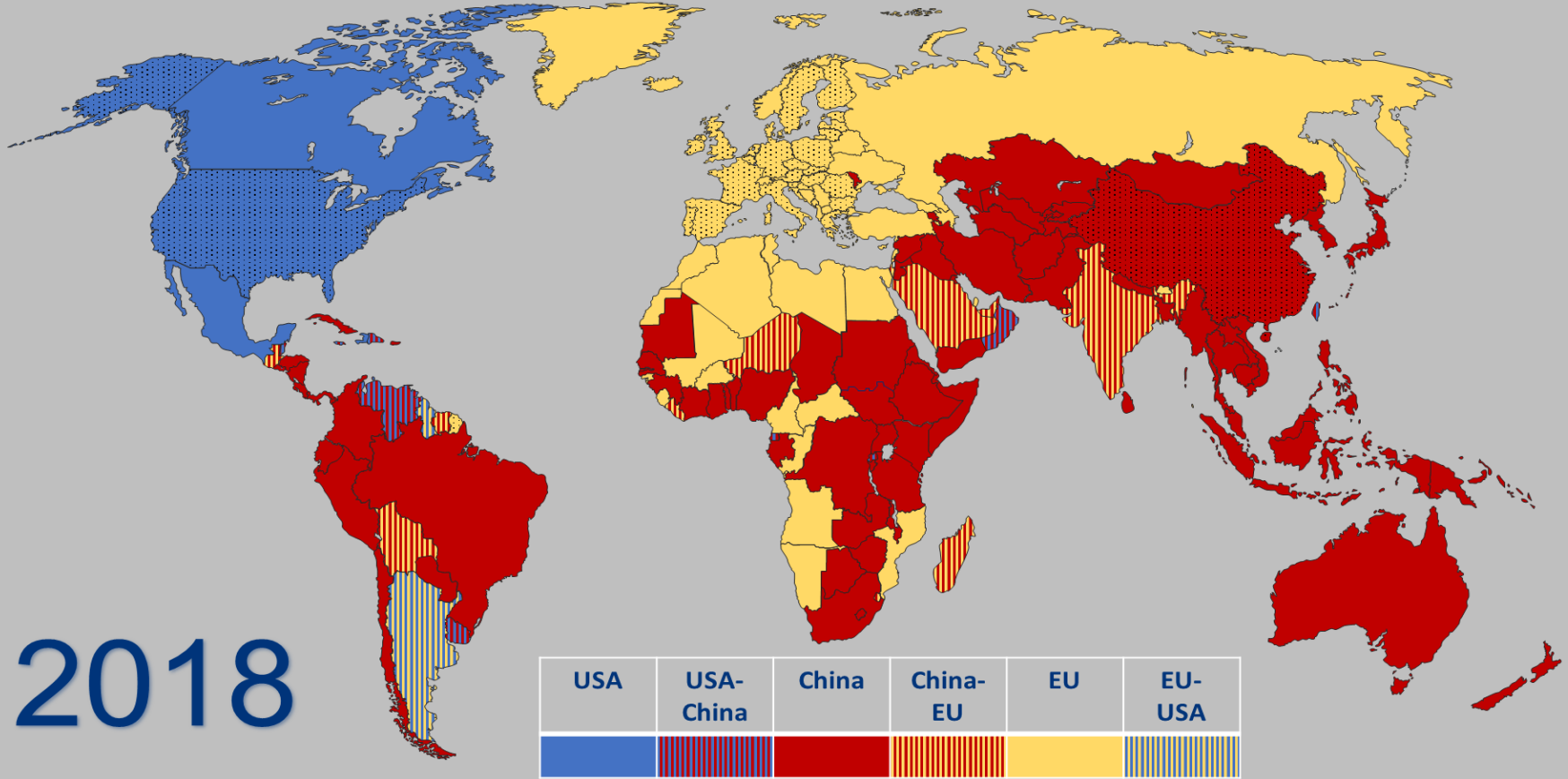
Perger, 2020, DERA

Relative Handelsdominanz bei metallischen Rohstoffen von China, der EU und den USA

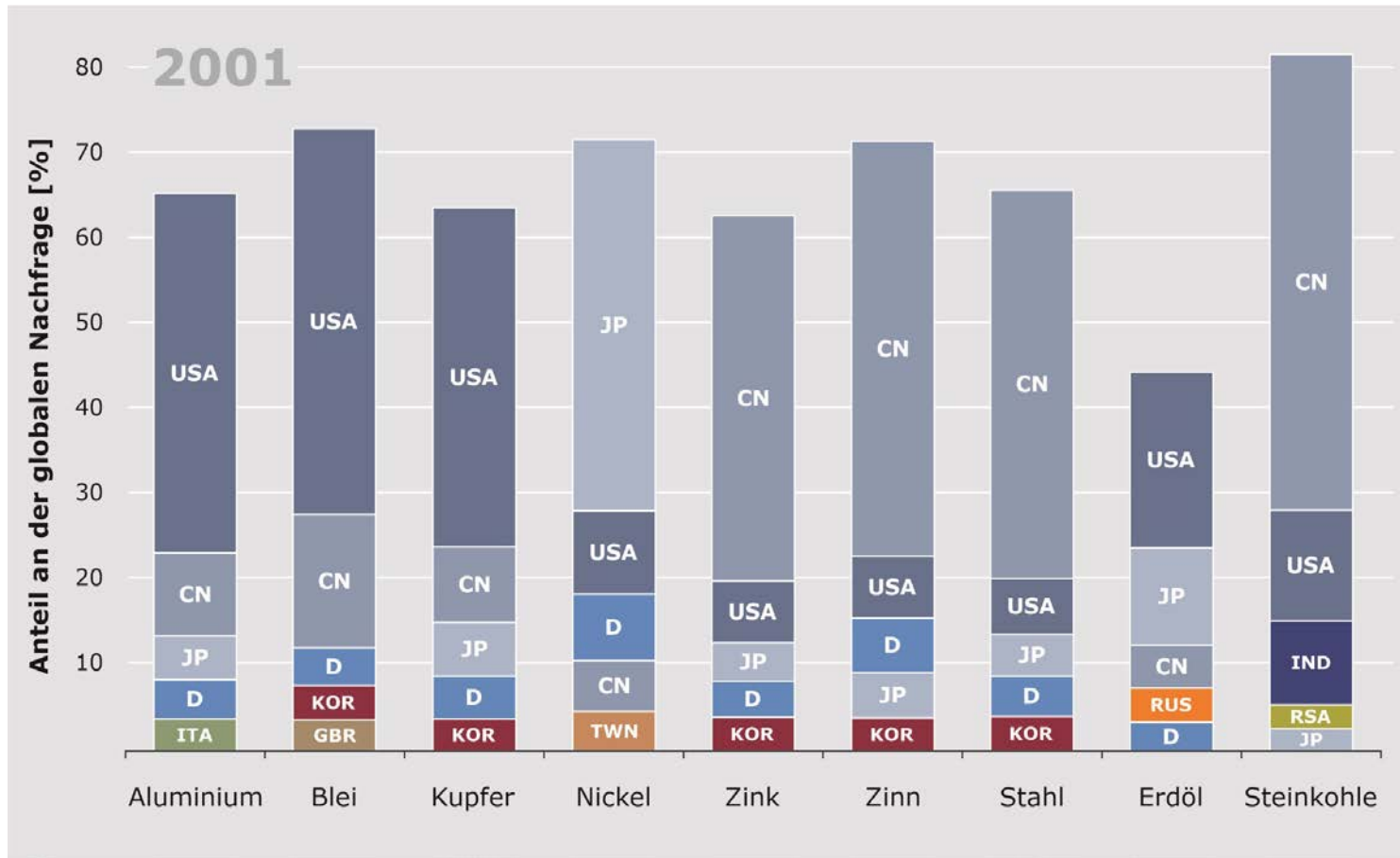


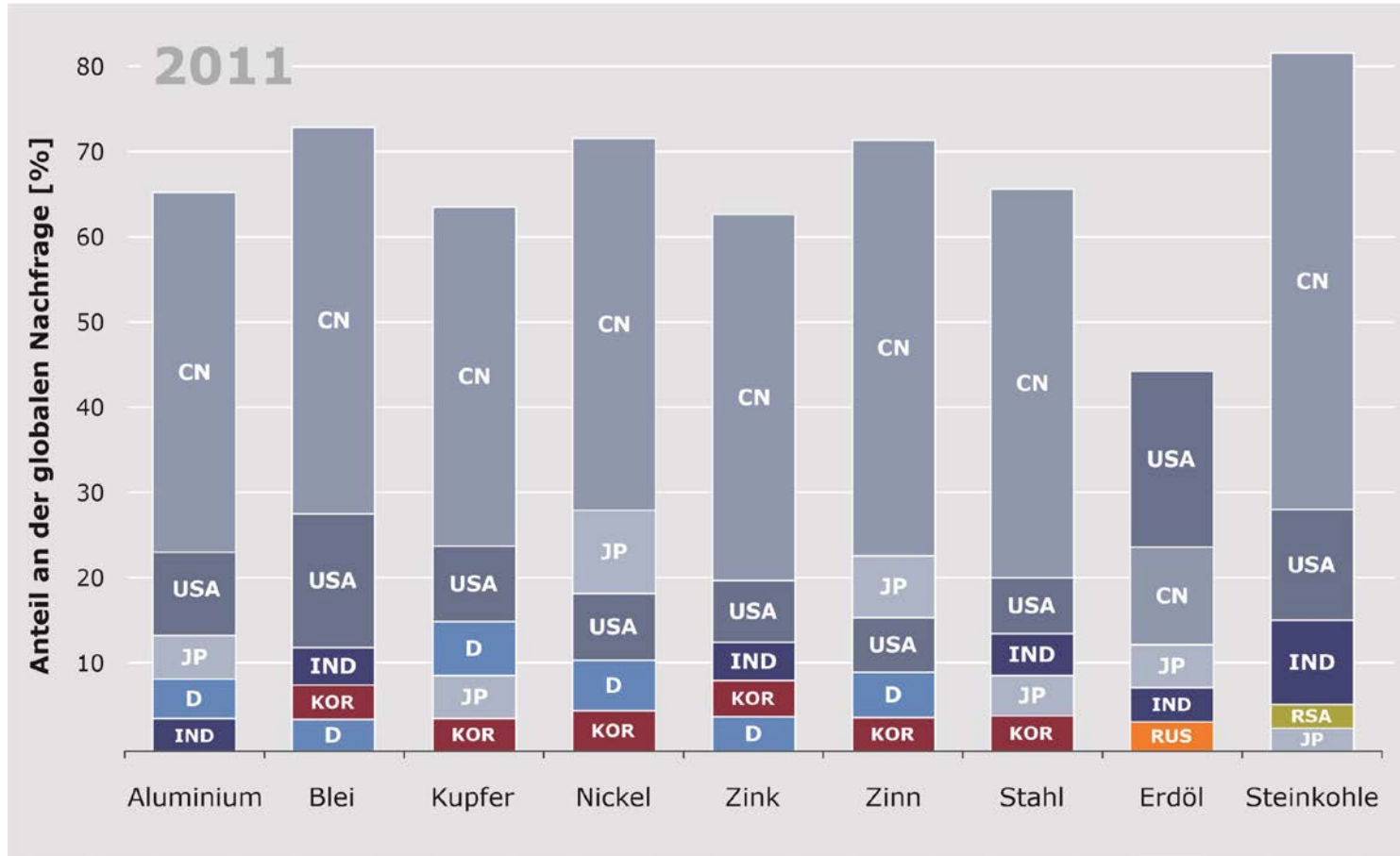
Perger, 2020, DERA

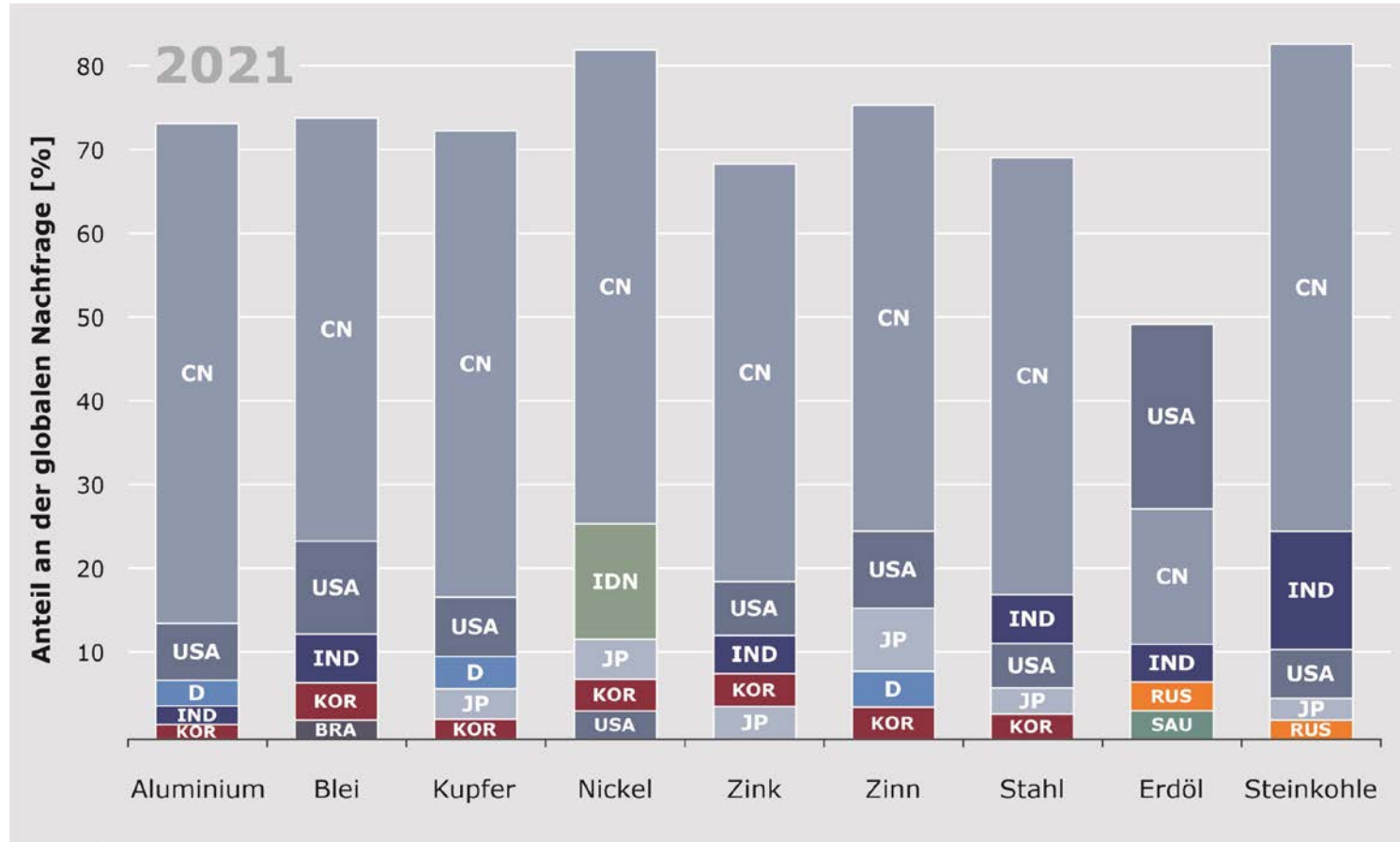
Relative Handelsdominanz bei metallischen Rohstoffen von China, der EU und den USA



Perger, 2020, DERA

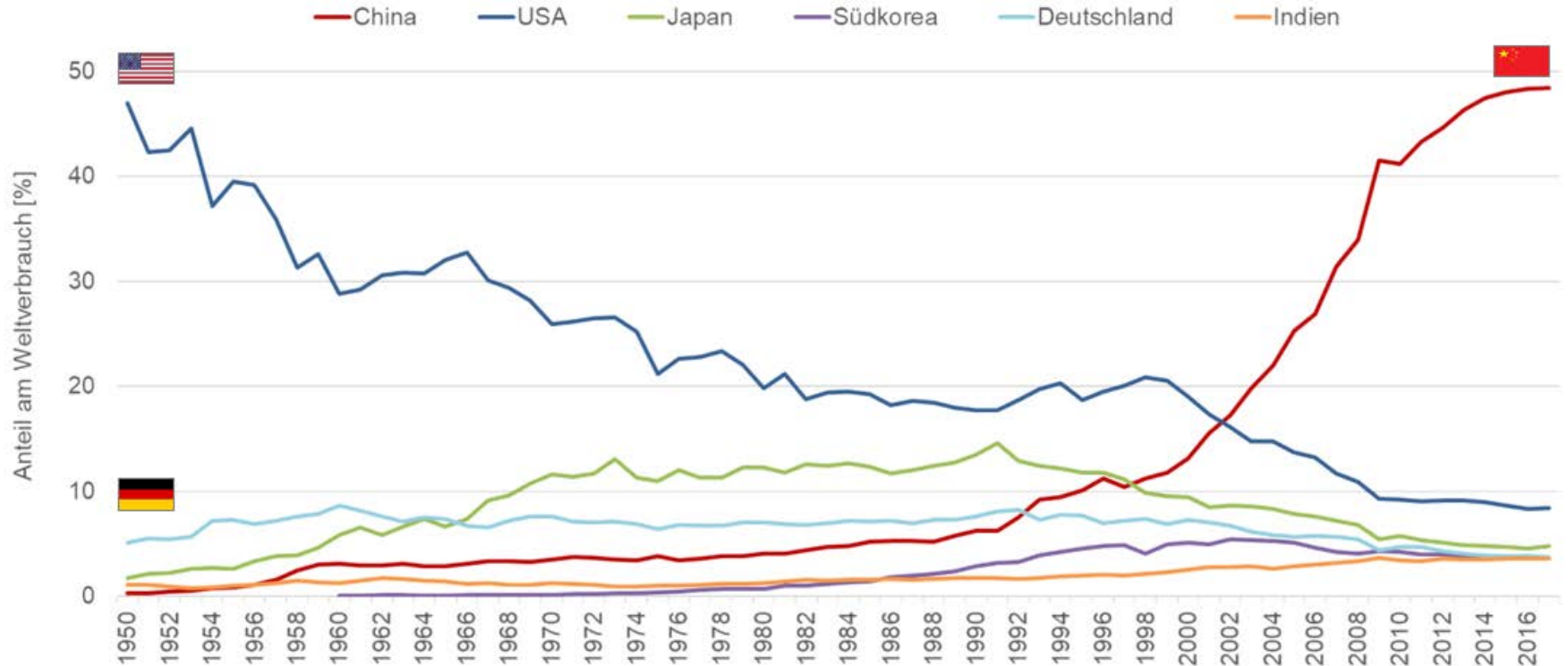




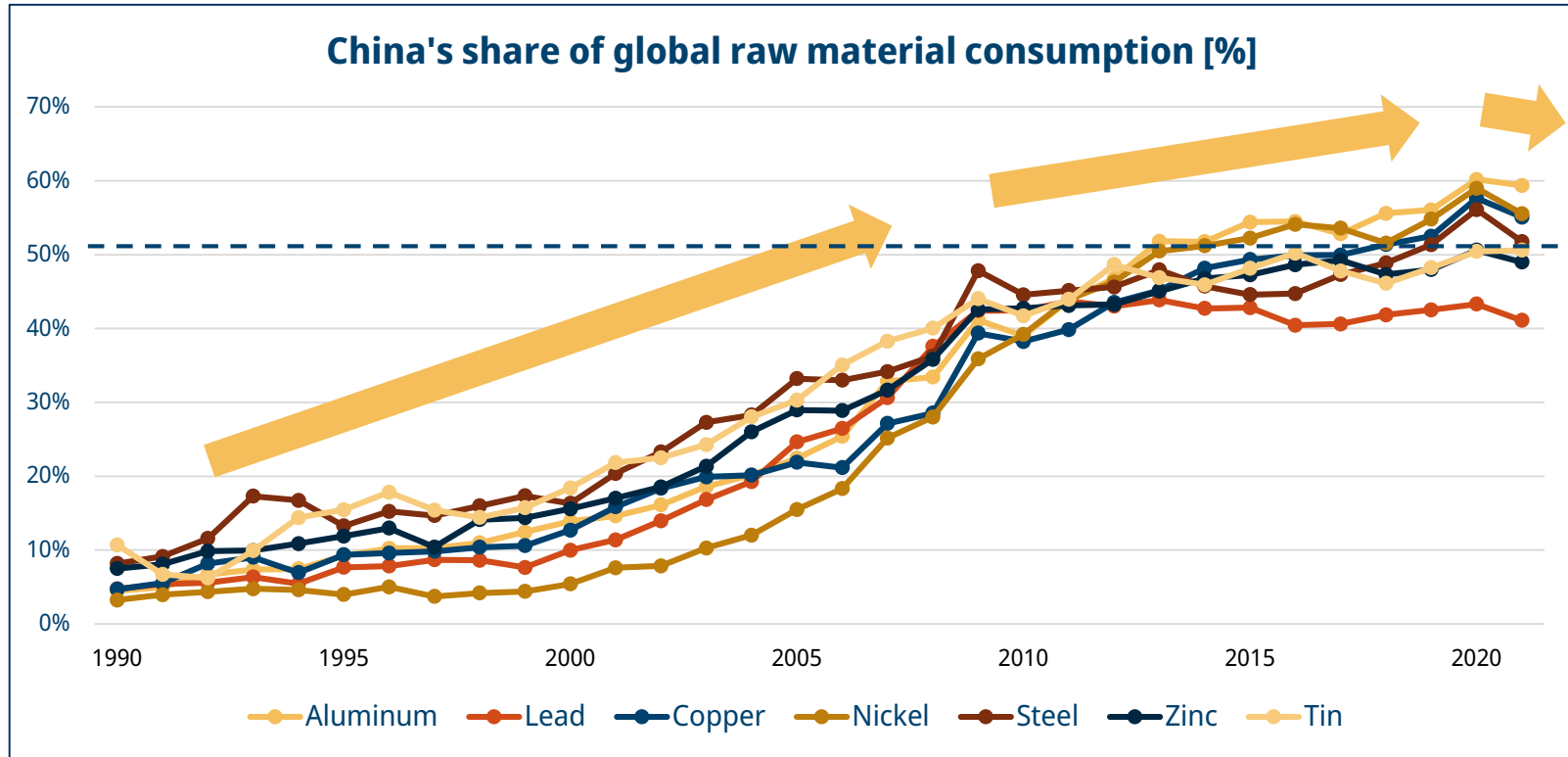


Chinas Lieferantenrolle im Wandel:

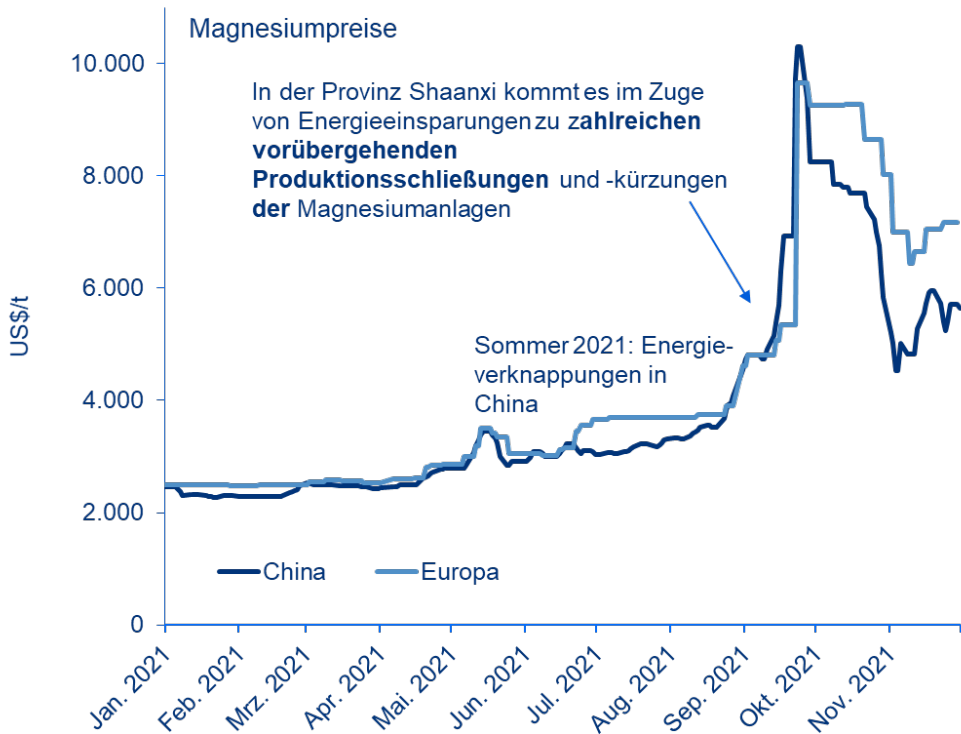
Anteile am globalen Rohstoffverbrauch – Nr. 1 seit 2002



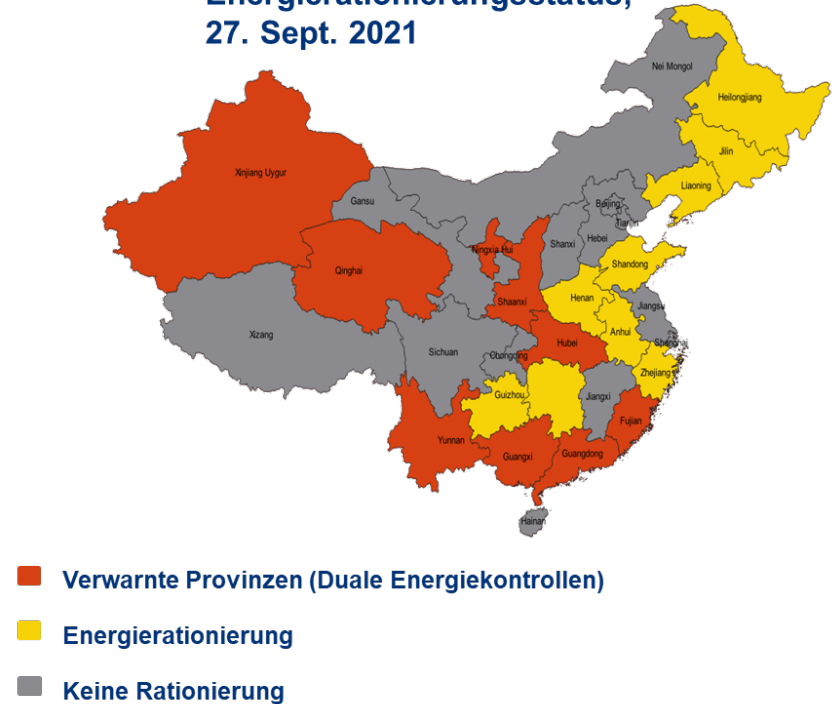
China's share of global raw material consumption since 1990



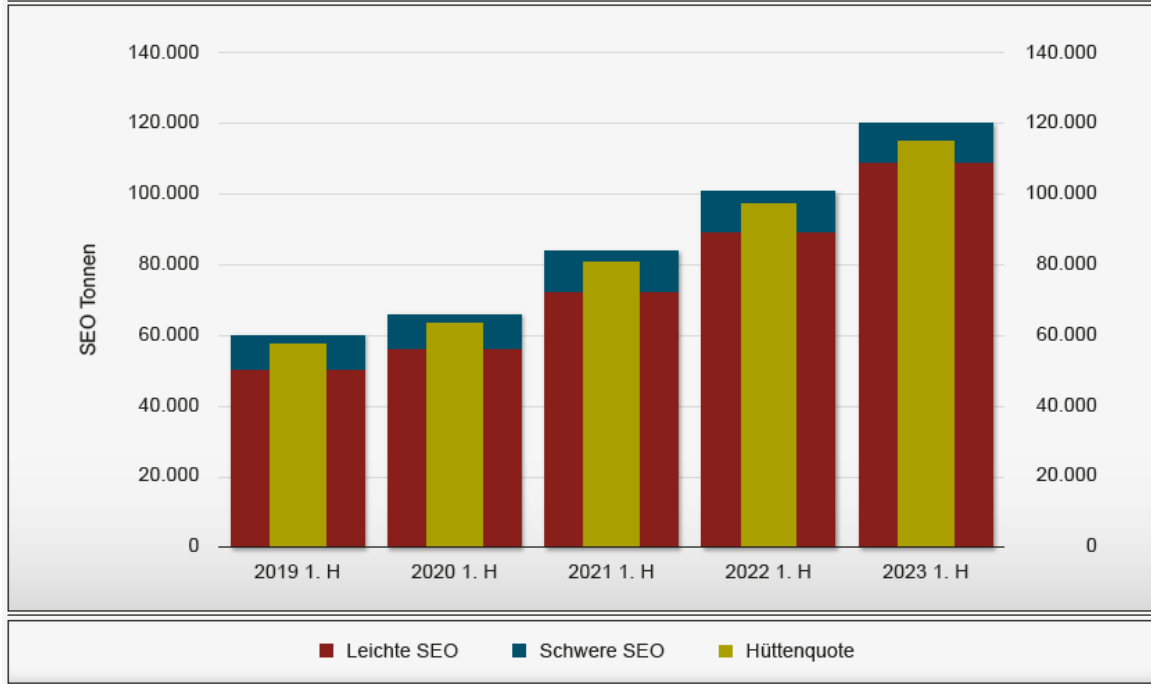
Grüne Entwicklung – Stromrationierung in China



Energiekontrollen Chinesische Provinzen und ihr Energierationierungsstatus, 27. Sept. 2021

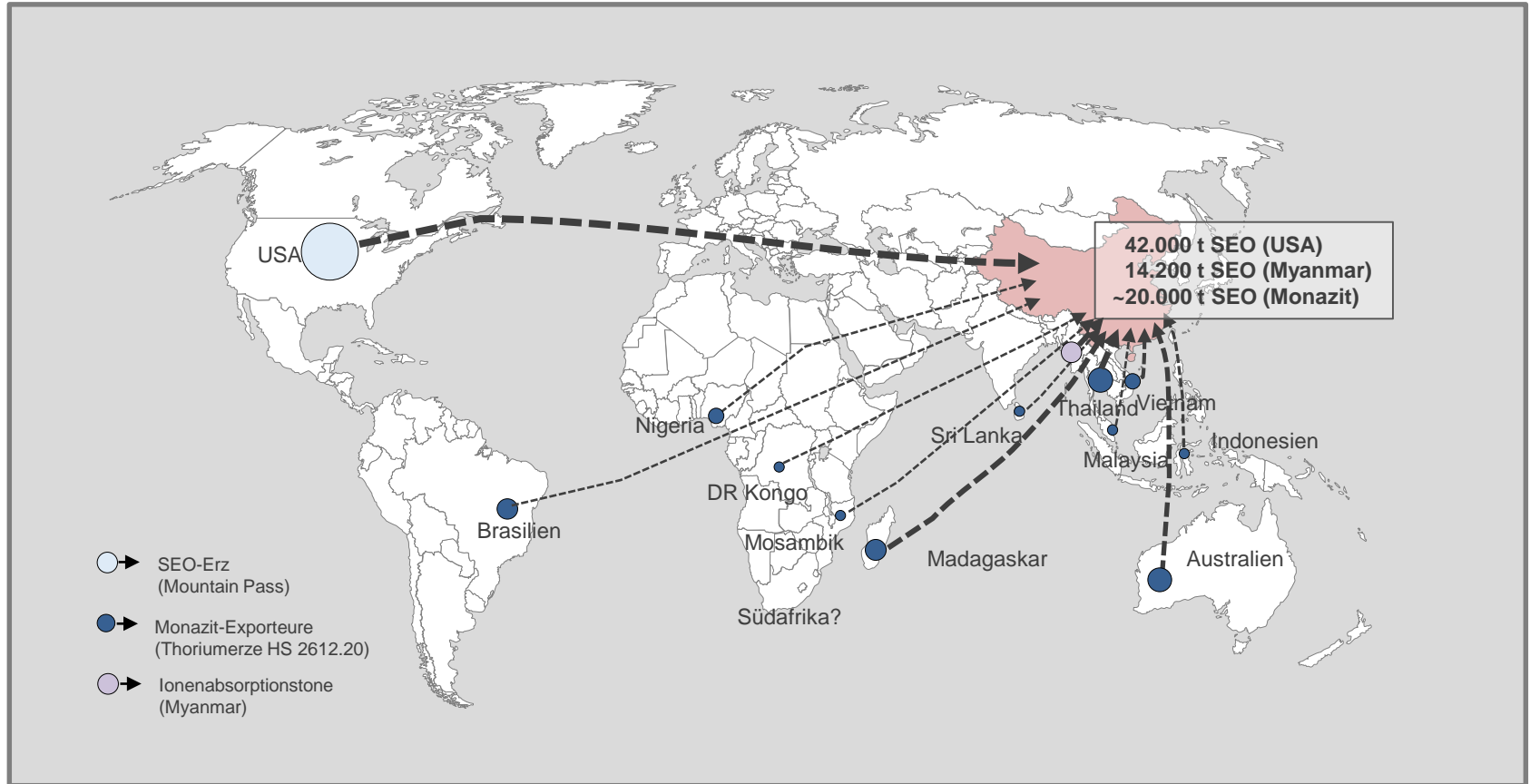


Seltene Erden – Produktionsquoten für Leichte Seltene Erden steigen deutlich

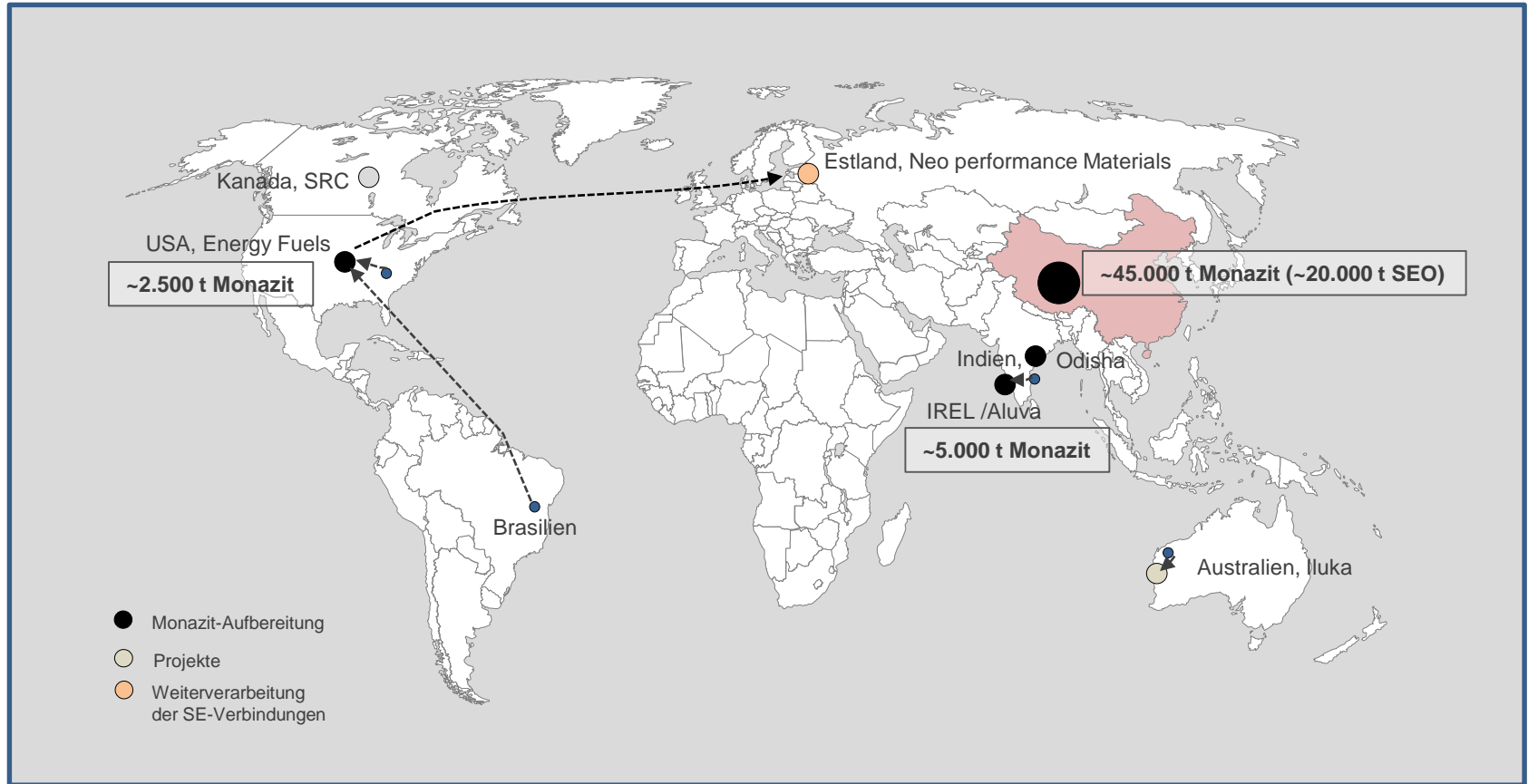


- Gesamte Förderquote für H1 2023 ist auf 120.000 t SEO gestiegen
- Erhöhung betrifft ausschließlich Leichte Seltene Erden
- Quote für den Abbau von Schweren Seltene Erden wurde um 547 t SEO gekürzt.
- Ebenfalls angehoben wurde die H1 Quote für die Verhüttung und Separation von LSE (115.000 t SEO).
- Importierte Erze fallen nicht unter die Hüttenquote
- 2022 hat China etwa 42.200 t SEO in Konzentrat aus den USA, 14.200 t SEO aus Myanmar und über 20.000 t SEO in Seifen-Monazit importiert.

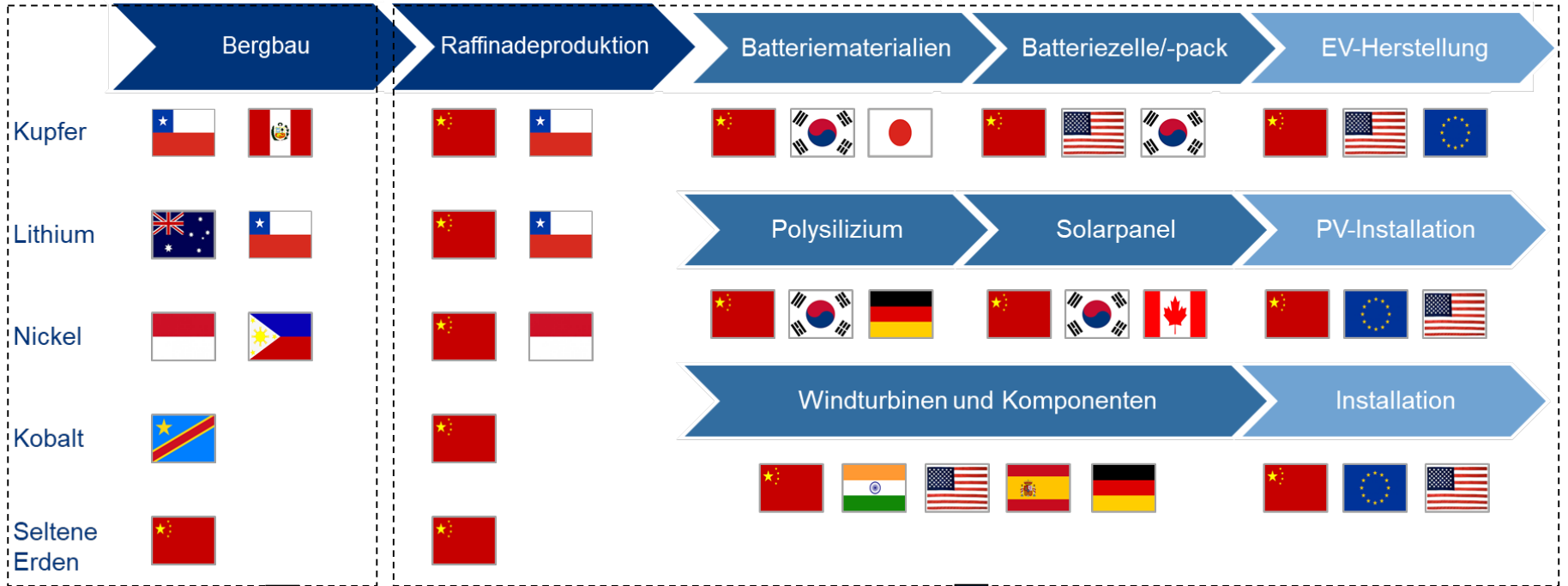
Seltene Erden – Chinas SEO-Importe 2022



Seltene Erden – Aufbereitung von **Monazit** außerhalb von China



Vergleich mit China, Rohstoffsicherheit für Energietransformation



Auslandsinvestition

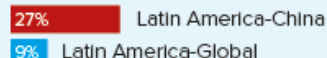
Aufsteigen entlang der Wertschöpfung

Quelle: IEA 2022

Der „CHINA-Faktor“

Latin America's trade growth with China is outstripping that with the rest of the world

Trade growth 2000-13 (annual average)



Direct Jobs per million dollars of exports



Primary products as % of total exports from Latin America

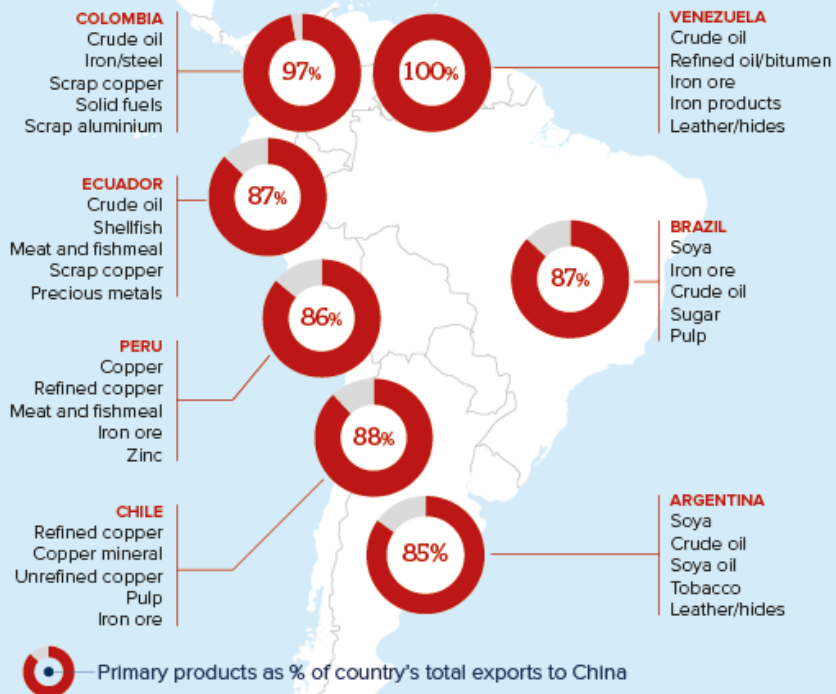


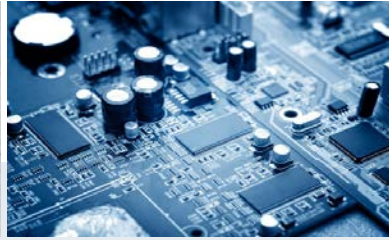
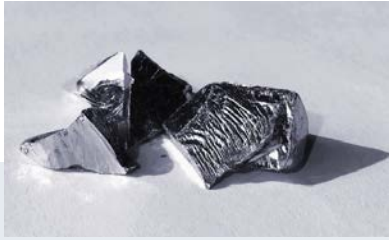
Manufactures as % of total exports from Latin America



However, a handful of primary products accounts for 75% of Latin America's exports to China - a significant vulnerability

Five main exports to China (selected countries)

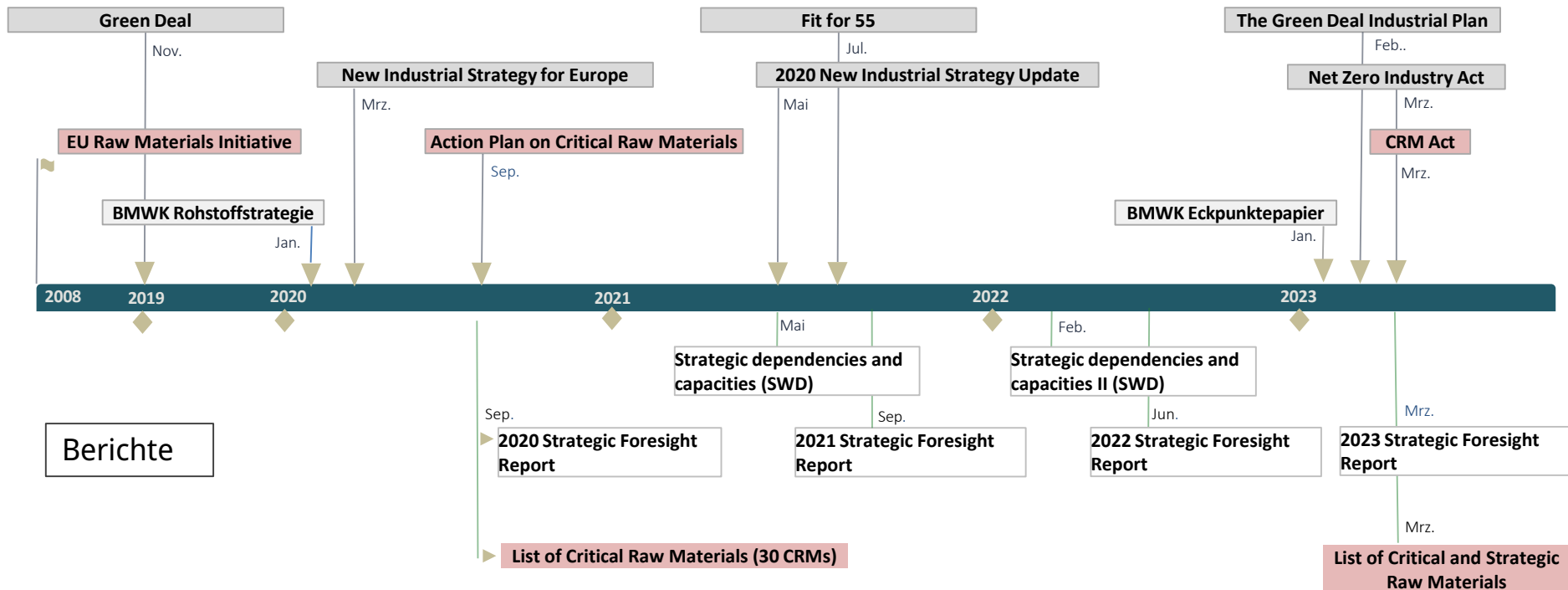




Themen:

- Herausforderungen an sichere und nachhaltige Rohstoffversorgung
- Rohstoffsituation Deutschland
- Rohstoffe für Zukunftstechnologien, Spezifische Rohstoffanalysen
- Globale Situation, Rohstoffsituation China
- **EU Rohstoffpolitik**
- Kreislaufwirtschaft
- Recyclingpotenziale
- ESG Standards

EU Rohstoffpolitik



Berichte

“Lithium and rare earths will soon be more important than oil and gas. Our demand for rare earths alone will increase fivefold by 2030. [...]”

EU Kommissions-Präsidentin Ursula von der Leyen, State of the European Union 2022.*

Kritische Rohstoffe

- Antimon
- Arsen
- Baryt
- Bauxit
- Beryllium
- Borat
- **Feldspat**
- Flussspat
- Gallium
- Germanium
- Hafnium
- **Helium**
- Kobalt
- Koks Kohle
- **Kupfer**
- Lithium
- Magnesium
- **Mangan**
- Natürlicher Graphit
- **Nickel (Batteriequalität)**
- Niob
- PGM
- Phosphorit
- Phosphor
- Scandium
- Seltene Erden (leicht & schwer)
- Silizium (Metall)
- Strontium
- Tantal
- Titan (Metall)
- Vanadium
- Wismut
- Wolfram

Strategische Rohstoffe

- Bor (Metall)
- Gallium
- Germanium
- Kobalt
- Kupfer
- Lithium (Batteriequalität)
- Magnesium (Metall)
- Mangan (Batteriequalität)
- Natürlicher Graphit (Batteriequalität)
- Nickel (Batteriequalität)
- Platingruppenmetalle
- Seltene Erden (Nd, Pr, Tb, Dy, Gd, Sm, Ce)
- Silizium (Metall)
- Titan (Metall)
- Wismut
- Wolfram

Ökonomische Relevanz →

Versorgungsrisiko →

- ← Strategische Sektoren & Technologien
- ← Angebot & Nachfrage 2030
- ← Produktionsmengen
- ← weitere Faktoren

Basis:

- **Definition kritischer und strategischer Rohstoffe**
(Methodik bei kritischen Rohstoffen unverändert zu letzter EU-Critical Minerals List, neue Definition „strategischer Rohstoffe“)
- **Strategische Rohstoffe:**
Wismut, Bor (MG), Kobalt, Kupfer, Gallium, Germanium, Lithium (BG), Magnesiummetall, Mangan (BG), Naturgraphite (BG), Nickel (BG), Platingruppen-Metalle, Metalle der Seltenen Erden (Nd, Pr, Tb, Dy, Gd, Sm, Ce), Siliziummetall, Titan (Metall), Wolfram.
- **Besseres Monitoring bezüglich möglicher Engpässe dieser Rohstoffe**



Ziele bis 2030

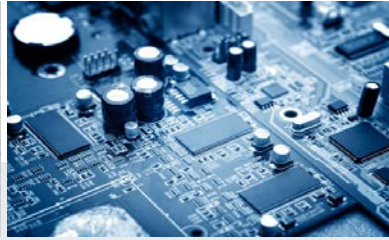
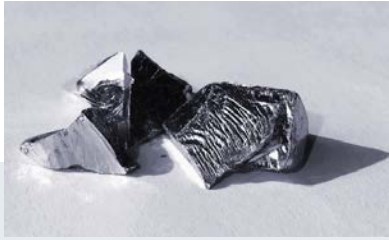
- Anteil der **heimischen Rohstoffgewinnung mind. 10%**
- Anteil der **heimischen Verarbeitung mind. 40%** (Neu: 50%)
- Anteil der **Heimische Recyclingkapazität mind. 15%** (Neu: 20%)

... des EU-Bedarfs an strategischen Rohstoffen.

- Zusätzlich sollen die EU-Importe bei keinem dieser Rohstoffe zu mehr als 65% aus einem einzelnen Staat stammen.

Ausgewählte Regelungen:

- Definition von für die EU „strategischen Rohstoffprojekten“
- Verkürzung der Genehmigungsverfahren für strategische EU-Projekte
(24 Monate Bergbauprojekte, 12 Monate Verarbeitung und Recycling)
- Definition von Kriterien für die „Auswahl entsprechender Projekte“ sowie Gründung eines EU-CRM-Boards
- Explorationsprogramme der MS
- Stresstests (durch die EC) mit den MS
- Strategische Lagerhaltung (Sammlung und Koordination von Informationen)
- Nationale Programme zur Sammlung, Wiederverwendung und Recycling von Abfällen, die kritische Rohstoffe enthalten (Autos, Batterien etc.)
- Informationsverpflichtungen zur Demontierbarkeit und zur Recyclingquote von Permanentmagneten

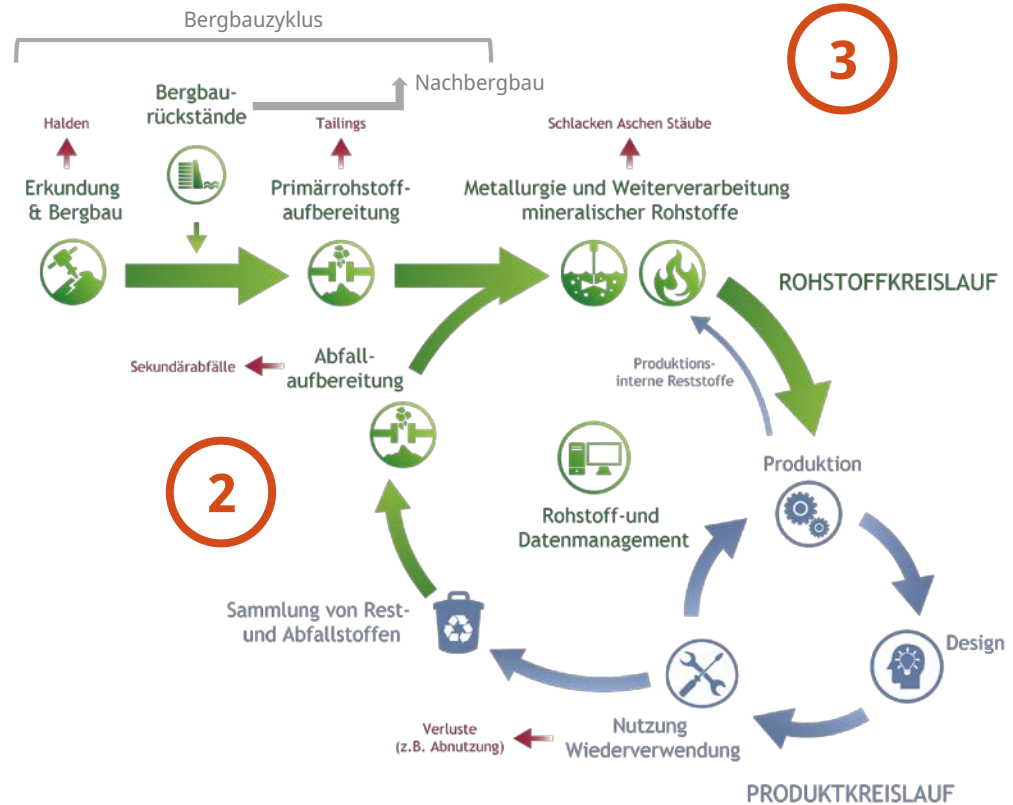


Themen:

- Herausforderungen an sichere und nachhaltige Rohstoffversorgung
- Rohstoffsituation Deutschland
- Rohstoffe für Zukunftstechnologien, Spezifische Rohstoffanalysen
- Globale Situation, Rohstoffsituation China
- EU Rohstoffpolitik
- **Kreislaufwirtschaft**
- **Recyclingpotenziale**
- ESG Standards

Bergbau, Rohstoff- und Produktkreislauf

Ansatzpunkte für mehr Nachhaltigkeit



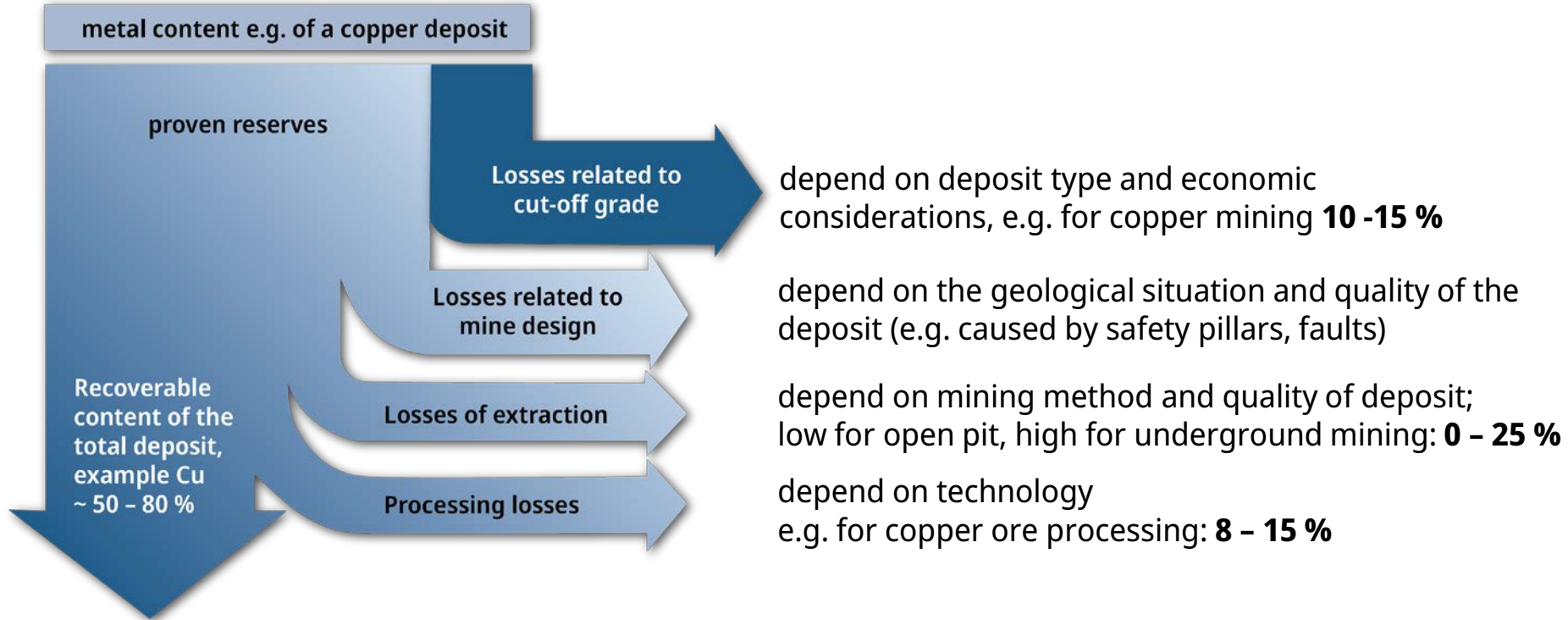
Recycling and Re-use is as old as civilization!

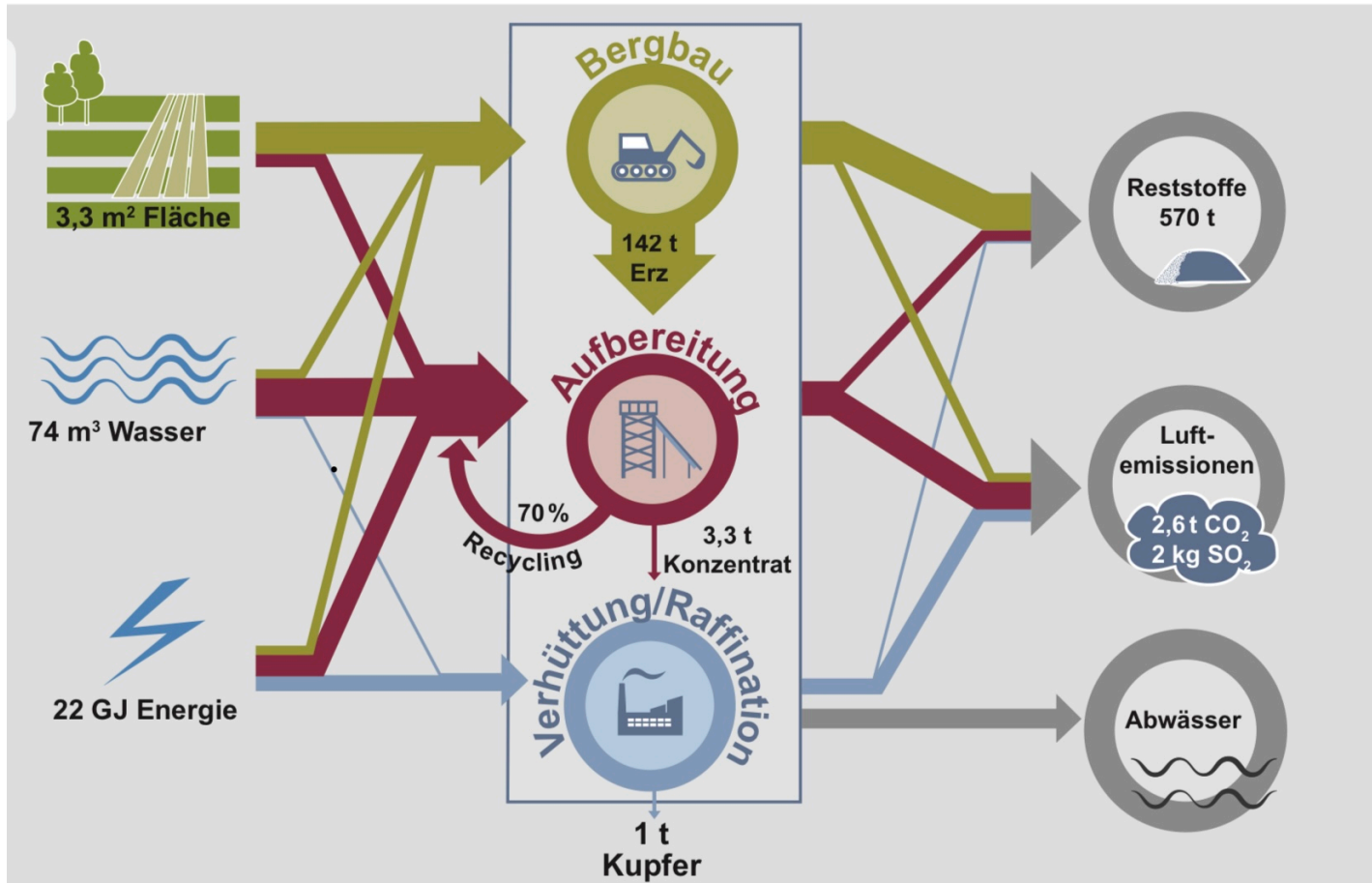
- Collection of metal and glass for smelting was common already in ancient times (Greece, Egypt, Roman Empire), also the reuse of building materials,
- waste heaps of ceramics outside of towns illustrate limits of reuse/recycling already at that time



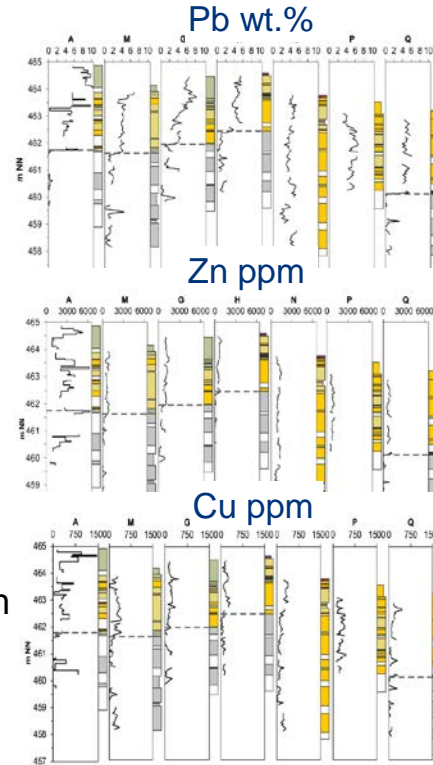
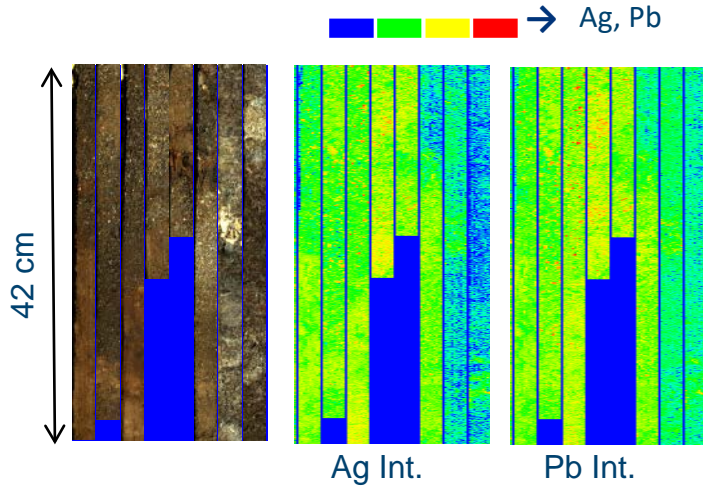
Mining, Raw Materials and Circular Economy

Material losses in mining and processing





Characterization and economic potential of historic waste dumps in the Harz mountains

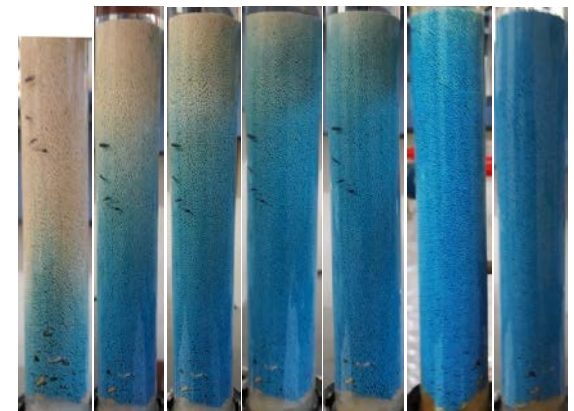


Mine waste dump (Pb-Ag) from gravity separation
LIBS core scanning
Resource estimation: 8000 t Pb, 19 t Ag

Source: Kuhn & Meima, 2019, Minerals 9, 303; doi.org/10.3390/min9050303

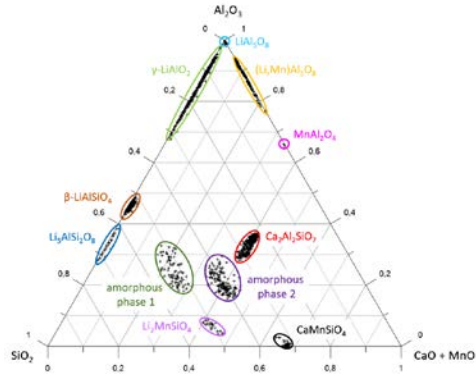
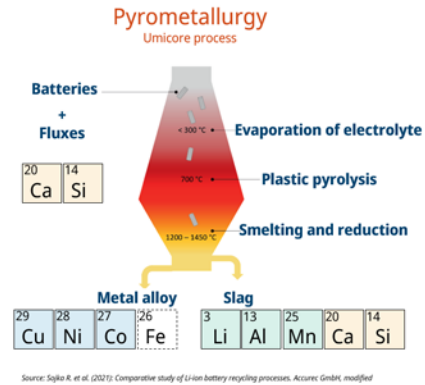
Evaluation of economic potential of tailings, Chile

- Sampling of > 10 tailings (up to 10 m) including geochemical analysis; interesting grades of Cu (\emptyset 0.5 %) and Co (0.1 %) in some regions, Cu (0.5 %) and magnetite (up to 30 %) in other regions.
- Processing tests including flotation, chemical and biological leaching, magnetic separation on samples and ion exchange on leaching solution.
- Due to low grade and complex mineralogy often relatively low recoveries (<70 %), flotation not sufficient in most cases, enrichment of leaching solutions necessary, ion-exchange can be an option
- Publications: Zhang and Schippers (2022), Drobe et al. (2021; 2022)



From left to right: tailing in Chile, sampling of tailings, Ion exchange columns

Recovery of lithium from slags: the „PyroLith“ project



Aim of project: Process development for recycling of Li from NMC-type lithium ion battery slags

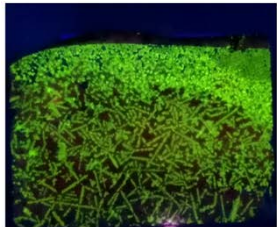
BGR: Mineral phase and structure analysis of Li- and Mn-bearing slags

- Development and validation of routine procedures
- Rapid analysis methods for process monitoring

Project highlights:

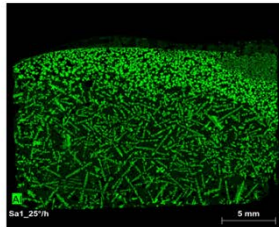
- Combined analytical methods deliver reliable data for phase identification and structure analysis
- Optimization of slag composition for Li enrichment in the form of lithium aluminate
- Rapid analysis method using UVC-radiation or μ -EDXRF is developed and tested

UVC-radiation (254 nm)



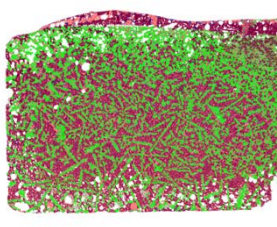
few seconds

μ EDXRF



time
≤ 3 hours

SEM-MLA



≥ 3 days

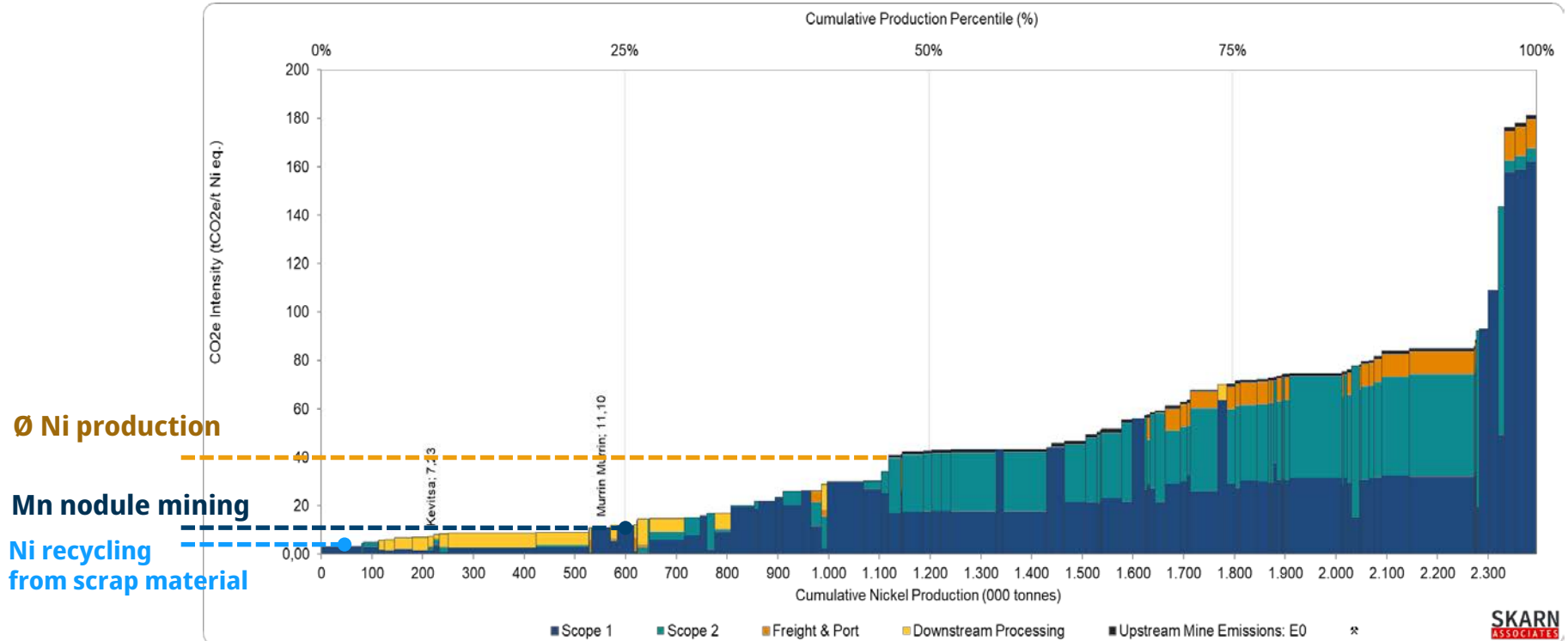
Carbon footprint of metal production



- Extraction and processing of metals accounts for around 10% of the global greenhouse gas (GHG) emissions (UNEP 2019),
- information on the carbon footprint of raw materials is becoming increasingly mandatory for producers in the EU e.g. through the EU battery regulation for respective metals,
- GHG emissions today are a ESG key indicator for mining companies, also relevant for investors,
- Secondary sources of raw materials often, but not always, have lower carbon footprints
- more and better LCA information is needed for primary and secondary raw material production

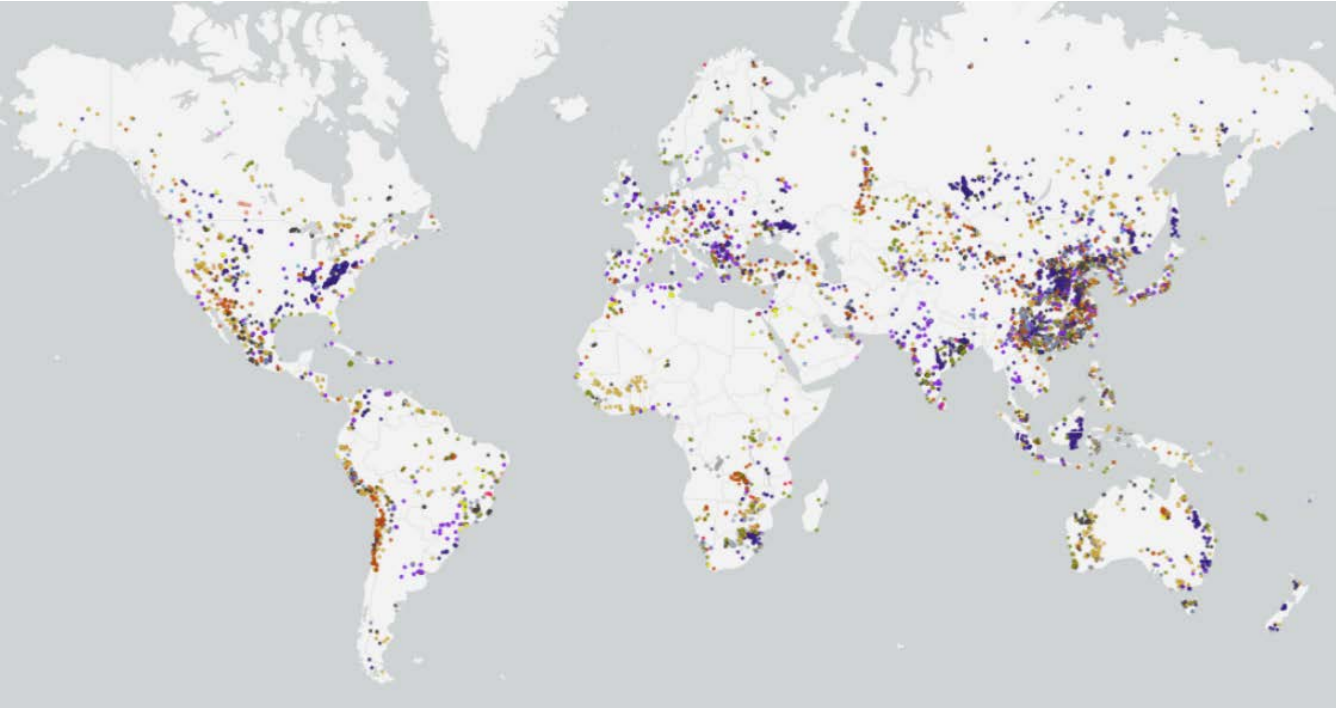
Carbon footprint of metal production - nickel

CO₂-intensity curve of the nickel industry (2021) based on 105 Ni-projects and estimated CO₂-intensity of nickel from manganese nodule projects and nickel recycling



<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092134492300112X>

Weltweiter Bergbau – Bedeutung von Rohstoffen



- ca. 8.000 Bergbauprojekte weltweit (S&P Datenbank)
- 4 wichtigste Rohstoffe nach Wert (Anzahl Projekte): Kohle (2264), Eisenerz (778), Gold (1159), Kupfer (828)
- Ansatzpunkte:
 - Kohleausstieg,
 - Bergbauschließung
 - Recycling von Metallen
 - Gold ???

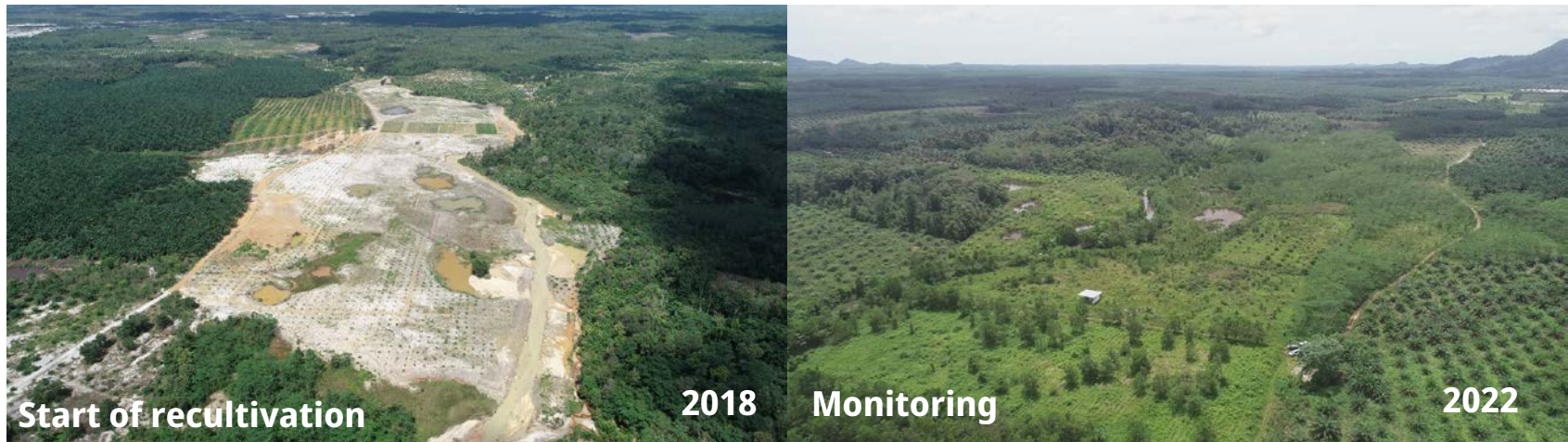
Circular Economy – closing the mine life cycle

Example: Pilot project on reclamation in the tin mining area of Bangka, Indonesia

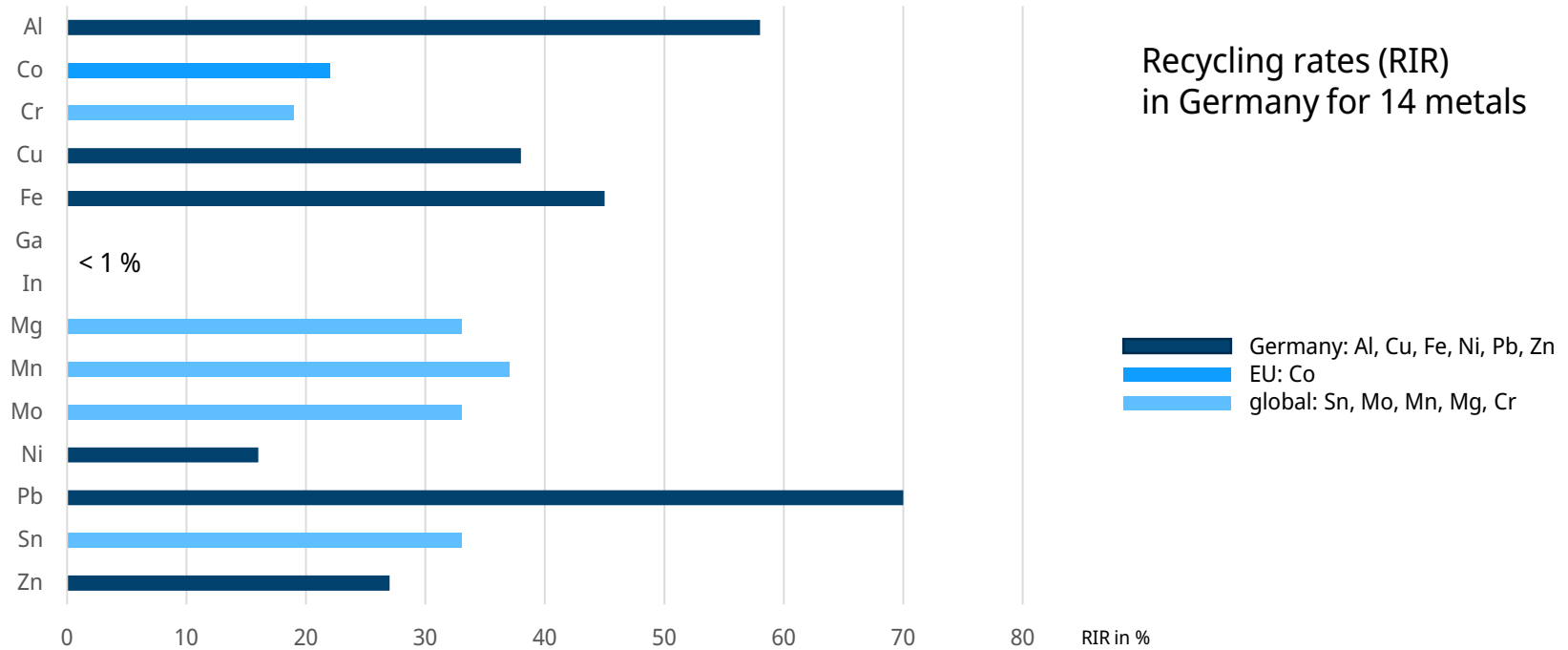
2 year project (2016-2019) in cooperation with local universities, state enterprise, mining ministry and provincial government

Reclamation of former tin mining site (18 ha) in coordination with local communities,

Lessons learned and good practice handbook on reclamation with Indonesian partners



Status Quo of Metal Recycling in Germany (preliminary study results)



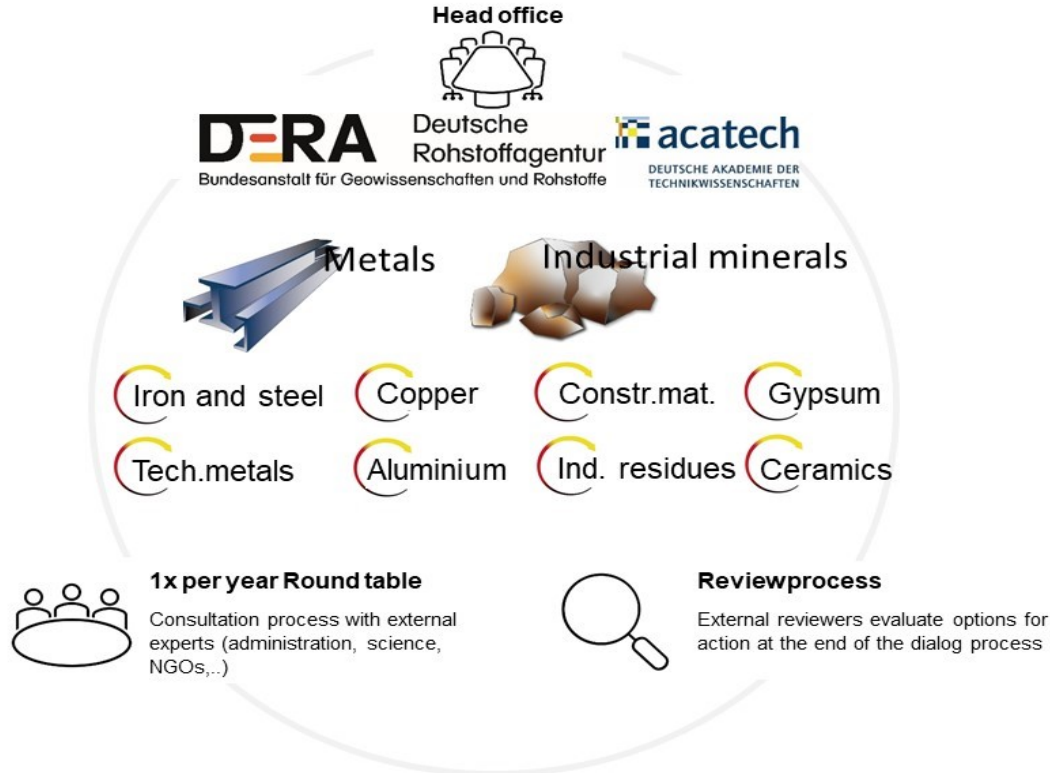
DERA Multi-Stakeholder Dialogue for Optimized Recycling

Coordination and scientific support

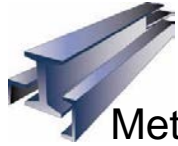
Arbeitskreise
superordinate topics

Unterarbeitskreise
Issues related to specific material flows and specific case studies

Quality assurance
External processes



Barriers and Obstacles (current status)



Metals



Product design for recycling



Mandatory uniform standards for collection, separation and sorting



Legislation promoting recycling



Data: transparency of material flows



Standard terms and definitions



Industrial minerals



Revise legislation for the circular economy to prioritise the recovery of raw materials (end of waste)



(Legal certainty that) preference is given to secondary raw materials



Classification of secondary materials as a basis for digital records and a compliance system



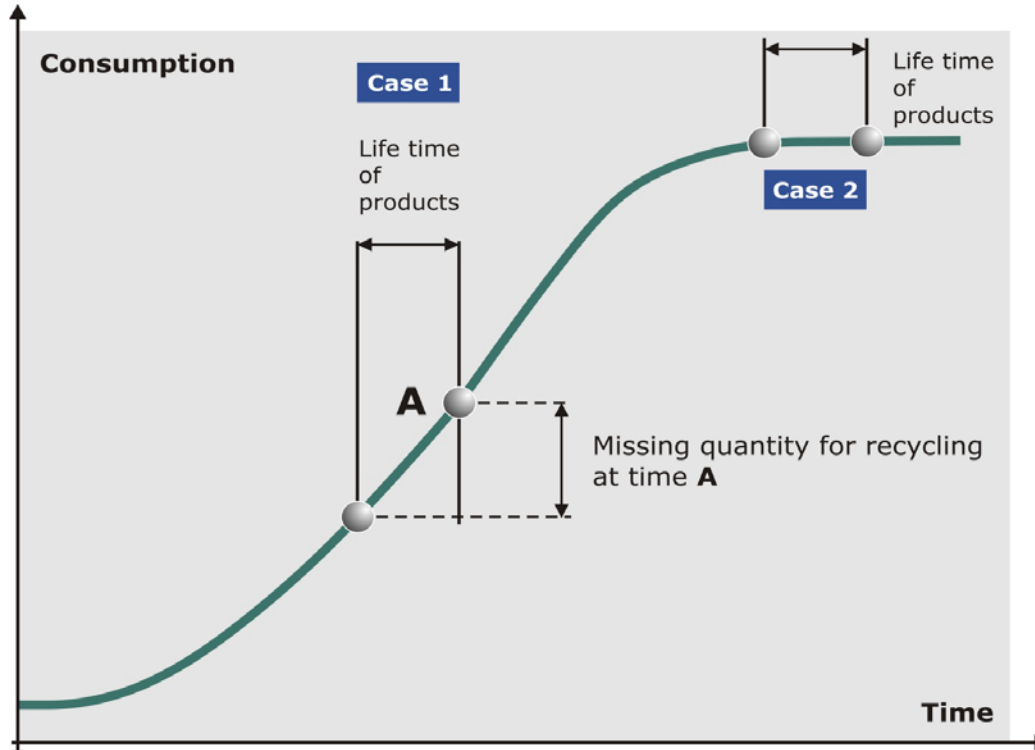
Segregation of waste flows/selective deconstruction

19. Oct 2023
In Berlin

Conclusions (Recycling)

- Recycling cannot (yet) replace primary mining
→ they should not be pitted against each other, **we need both**
- There is no 100 % recycling
- Existing production must be preserved, further develop recycling and circular economy
- Regulations promoting recycling are necessary to support the circular economy (design for circularity)
- Databases must be improved

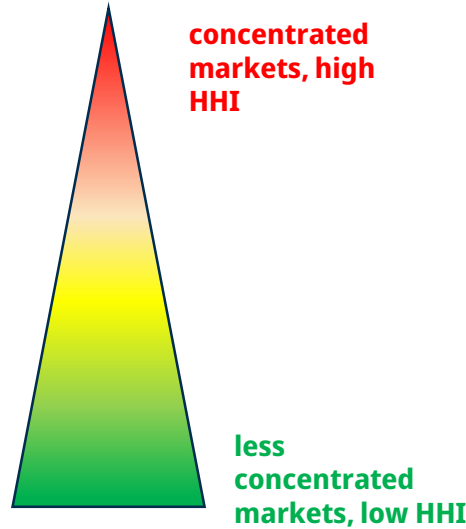
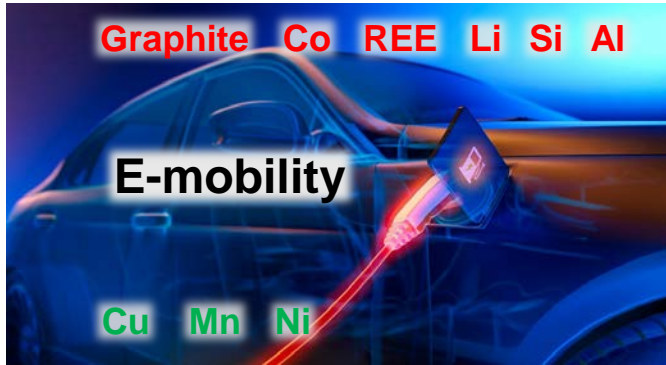
Recyclingpotential idealized



If Monsieur Eiffel built his tower today, he would need just 30 % of steel ...



Impact of transition on raw material demand

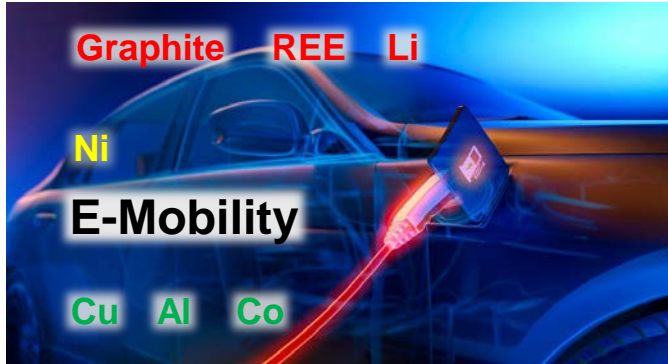


- dependence on metals
- few countries/
concentrated markets

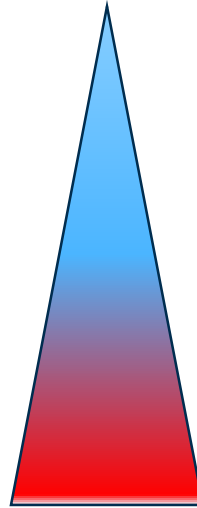


Abb. Fotolia; iStock

Transition requires more recycling and better data



Recycling Input Rate (Ger)



- > 40 %:**
- Cu, Al, Fe
 - Pb, Pt, Au

- < 1 %:**
- SEE, Ga, Ge, In, Ta, Te, Graphite

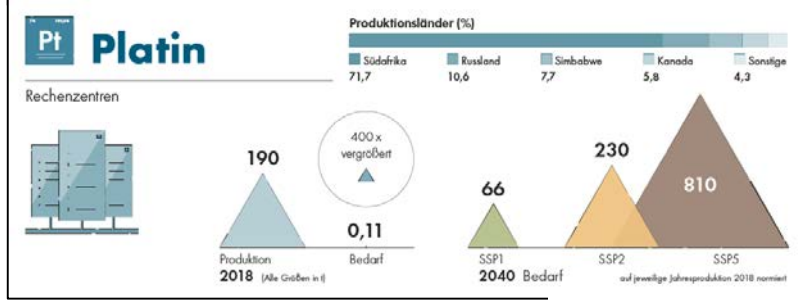
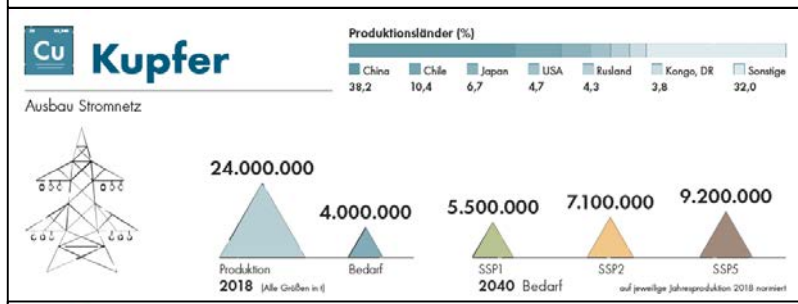
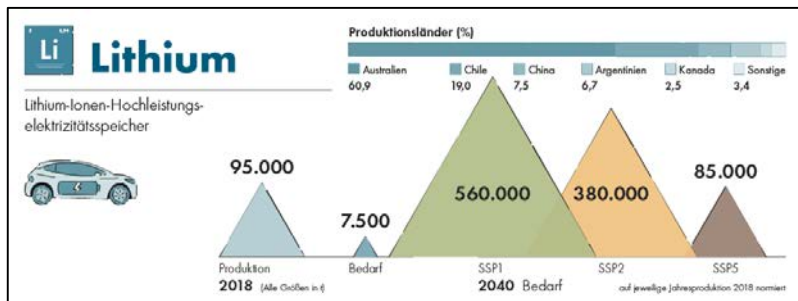
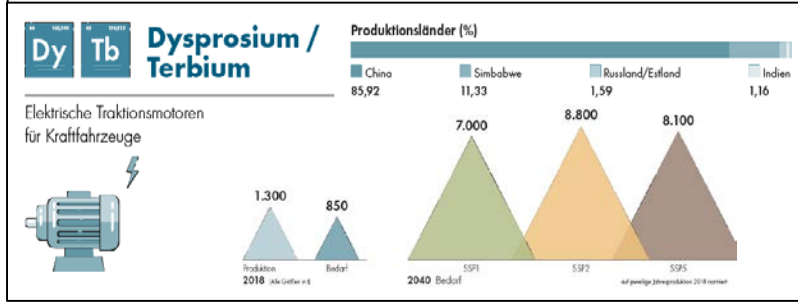
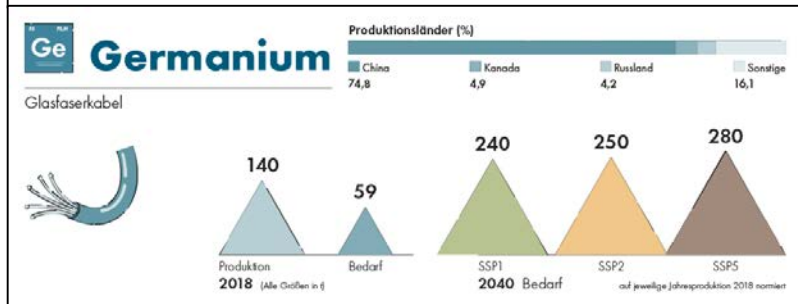
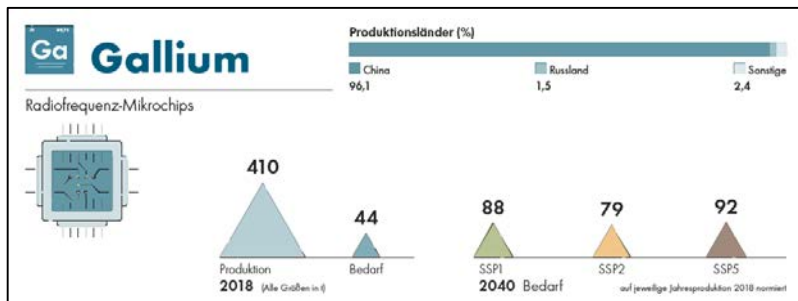
No data (Ger):

- Li, Cr, Mo, Mn, Co, Sn, Si, Mg

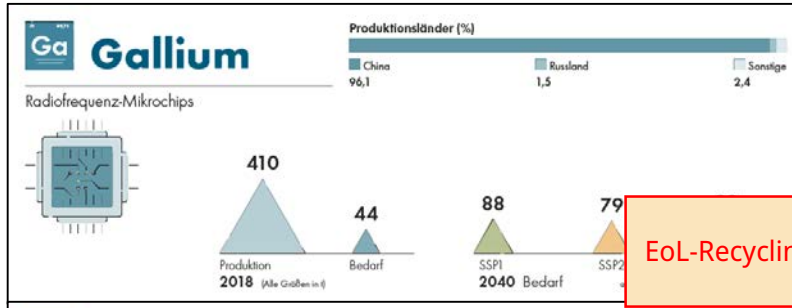


Abb. Fotolia; iStock

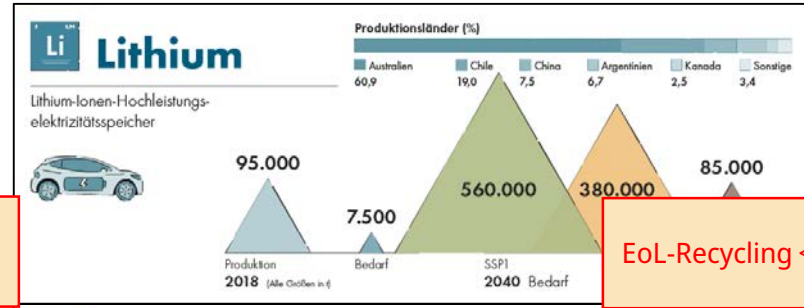
Emerging and key technologies – demand (t) and recycling (%)



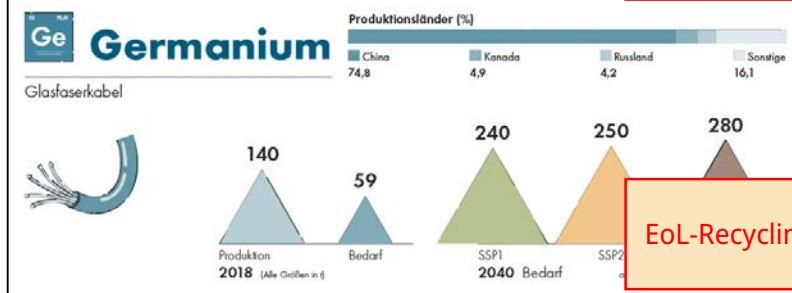
Emerging and key technologies – demand (t) and recycling (%)



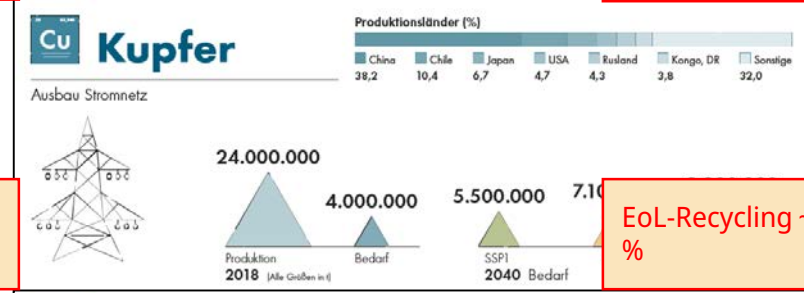
EoL-Recycling < 1%



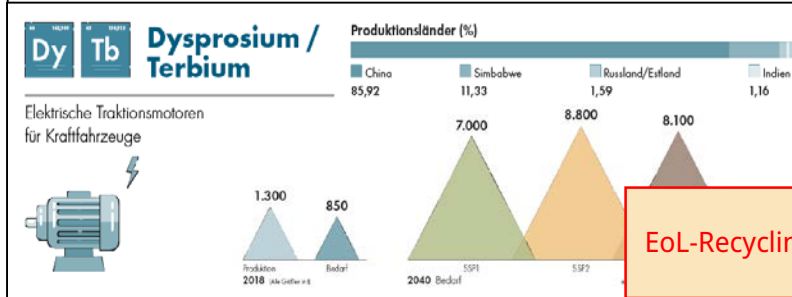
EoL-Recycling < 1%



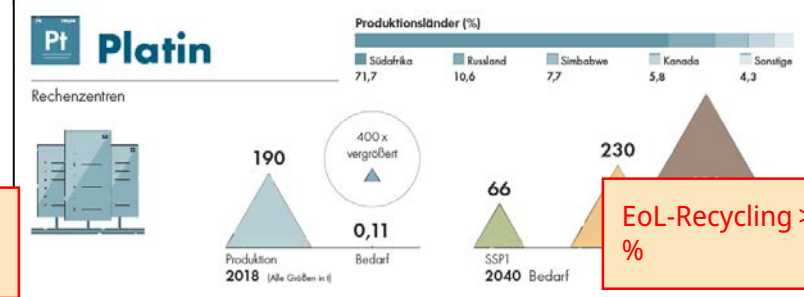
EoL-Recycling < 1%



EoL-Recycling ~ 44%



EoL-Recycling < 1%



EoL-Recycling > 50%